

Beiträge zur Unterstützung von IT-Sourcing-Entscheidungen

**Dissertation
der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Universität Augsburg
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften
(Dr. rer. pol.)**

**vorgelegt
von**

**Daniel Gull
(Diplom-Informatiker)**

Augsburg, März 2010

Erstgutachter:

Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Axel Tuma

Vorsitzender der mündlichen Prüfung:

Prof. Dr. Marco C. Meier

Datum der mündlichen Prüfung:

12. Mai 2010

***„Wissenschaft wird immer eine Suche sein, niemals wirklich eine Entdeckung.
Es ist eine Reise, niemals wirklich eine Ankunft.“***

Karl R. Popper (1902-1994)

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

I.1 Zielsetzung und Aufbau

I.2 Fachliche Einordnung der Beiträge

II. Ein COCOMO-basierter Ansatz zur Entscheidungsunterstützung beim Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten

III. Optimierte Softwarelizenzierung: Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio

IV. Bewertung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen

V. Plug & Work: Erfolgsfaktoren bei der Virtualisierung von IT-Infrastrukturen

VI. Zusammenfassung und Ausblick

VI.1 Zusammenfassung

VI.2 Ausblick

Verzeichnis der Beiträge

Folgende eingereichte, veröffentlichte und zur Veröffentlichung angenommene Beiträge werden in dieser Dissertationsschrift vorgestellt:

- B.1 Gull D, Wehrmann A (2006) Ein COCOMO-basierter Ansatz zur Entscheidungsunterstützung beim Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten. In: Wirtschaftsinformatik 48 (6) (VHB-JOURQUAL2 7,3 Punkte; Kategorie B)
- B.2 Gull D, Wehrmann A (2009) Optimierte Softwarelizenzierung: Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio. In: Wirtschaftsinformatik 51 (4) (VHB-JOURQUAL2 7,3 Punkte; Kategorie B)
- B.3 Gull D (2009) Bewertung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen. Eingereicht in: Wirtschaftsinformatik (VHB-JOURQUAL2 7,3 Punkte; Kategorie B)
- B.4 Gull D (2010) Plug & Work: Erfolgsfaktoren bei der Virtualisierung von IT-Infrastrukturen. Erscheint in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (VHB-JOURQUAL2 5,2 Punkte; Kategorie D)

Eine fortlaufende Seitennummerierung wird pro Kapitel bzw. pro Unterkapitel des jeweiligen Beitrags vorgenommen. Ein Literaturverzeichnis sowie die Anhänge werden jeweils am Ende eines jeden Beitrags aufgeführt.

I. Einleitung

Kaum ein Unternehmen ist heutzutage noch in der Lage, auf den Einsatz von Informationstechnologie (IT) zur Verarbeitung und Speicherung von Informationen zu verzichten. Die effiziente Ausrichtung der eingesetzten IT an der Strategie und den Zielen des Unternehmens im Rahmen der IT-Governance senkt die Kosten und erhöht die Wettbewerbsvorteile (Fröschle und Strahringer 2006). Unternehmen, welche IT-Governance bei der Führung, Organisationsstruktur, sowie dem Prozess- und Infrastrukturmanagement (vgl. Meyer et al. 2003) erfolgreich umsetzen, erzielen bis zu 25% höhere Gewinne als vergleichbare Unternehmen (Weill und Ross 2004). Eine von der Hackett-Group (Carnelly und Dorr 2007) durchgeführte Studie, die weltweit 2100 Unternehmen jeder Größenordnung einbezog, konnte die von Nicholas G. Carr (2003) aufgestellte These, dass IT nur wenig zum Erfolg beitrage, widerlegen oder zumindest stark in Frage stellen. Investitionen in IT lohnen sich, wenn damit Unternehmensprozesse wertmaximierend unterstützt und Strategien für zukünftige Erweiterungen des Geschäftsmodells flexibel umgesetzt werden können. Das IT-Alignment gleicht hierfür das Geschäfts-Prozessmanagement mit dem IT-Servicemanagement ab und stellt über ein geeignetes Kennzahlensystem ein Instrument zur Planung, Kontrolle und Steuerung beider Ebenen her. International anerkannte Standards, wie ITIL (IT Infrastructure Library) oder COBIT (Control Objectives for Information and Related Technology), wurden als Best-Practice Leitfäden entwickelt, um dafür notwendige Strukturen und Abläufe zu gliedern und vorzugeben. Daneben soll durch die IT-Compliance, als zweiter Teilbereich der IT-Governance, die Einhaltung der gesetzlichen, unternehmensinternen und vertraglichen Regelungen sichergestellt werden, um rechtliche und finanzielle Risiken zu reduzieren (Taeger 2007). Neben der Umsetzung gesetzlicher Richtlinien, wie bspw. der Sicherstellung des Schutzes personenbezogener Daten oder der Archivierungspflicht steuerrelevanter E-Mails, fällt unter IT-Compliance auch die Einhaltung aller urheberrechtlichen Vorschriften, die sich aus dem Betrieb und der Nutzung der IT ergeben (Rath und Sponholz 2010). Unternehmen, die IT-Compliance nur unzureichend durchführen, setzen sich hohen finanziellen Risiken aus, wenn z.B. hohe Schadensersatzforderungen wegen des Einsatzes unlizenzierter Software von Seiten der Hersteller drohen (BSA 2009). Steria Mummert kommen in Ihrer IT-Budget Studie (2008) zu dem Ergebnis, dass die Umsetzung der wachsenden Anzahl an

Compliance-Vorschriften ein wesentlicher Grund für zukünftige IT-Investitionen sein wird. Abb. 1 veranschaulicht, wie sich die Teilbereiche der IT-Governance in die strategische Unternehmensausrichtung der Corporate Governance und Compliance einfügen.

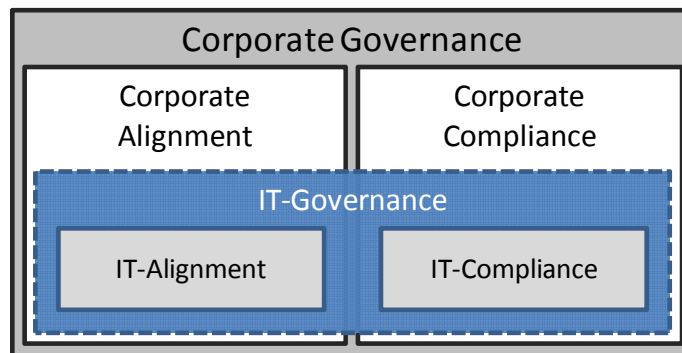


Abb. 1 IT-Governance, IT-Alignment und IT-Compliance (Eigene Darstellung)

Die Umsetzung der aus der IT-Governance abgeleiteten Ziele erfolgt innerhalb des Unternehmens im Rahmen von IT-Projekten, die nicht nur eine Veränderung der Infrastruktur und Anwendungsebene herbeiführen, sondern ebenfalls Auswirkungen auf die übergeordnete Organisationsstruktur und die Geschäftsprozesse haben können. Vor allem technologische Fortschritte, wie dies bspw. bei Speicherkapazitäten und Rechenleistungen zu beobachten ist, führen dazu, dass neben einer reinen Top-Down-Koordination (Align-Perspektive) IT stets auch neue Möglichkeiten eröffnet (Enable-Perspektive), die bis in die Ebene des Geschäftsmodells reichen. Bekannte Beispiele hierfür sind soziale Netzwerke, wie Xing oder Facebook, und Handelsplattformen, wie Amazon oder ebay. Die wertorientierte Ausrichtung des Geschäftsmodells nach ökonomischen Zielgrößen erfordert eine darauf abgestimmte Planung und Überwachung der Geschäftsprozessebene. Jede Unternehmensaktivität wird durch einen Prozess abgebildet und ausgeführt, wobei durch den Einsatz von Anwendungssystemen und darüber bereitgestellten IT-Services die Durchführung der einzelnen Prozessschritte entweder vollautomatisiert oder unter Zuhilfenahme menschlicher Tätigkeiten teilautomatisiert erfolgt. Die Bereitstellung der Anwendungssysteme mit darauf aufsetzenden Services erfordert ihrerseits eine technische Infrastruktur mit vernetzten IT-Systemen zur Datenverarbeitung, -speicherung und -übermittlung, die gerade für wichtige zentrale Komponenten in dafür geeigneten Räumen im Unternehmen untergebracht werden müssen. Abb. 2 zeigt, wie die Anforderungen des Werttreibers Kunde, der den wirtschaftlichen Erfolg sichert und den

Unternehmenswert steigert, durch alle Ebenen bis zur Infrastruktur umgesetzt werden und wie IT über die Anwendungs- und Prozessebene auch neue Geschäftsmodelle für den Kunden hervorbringt.

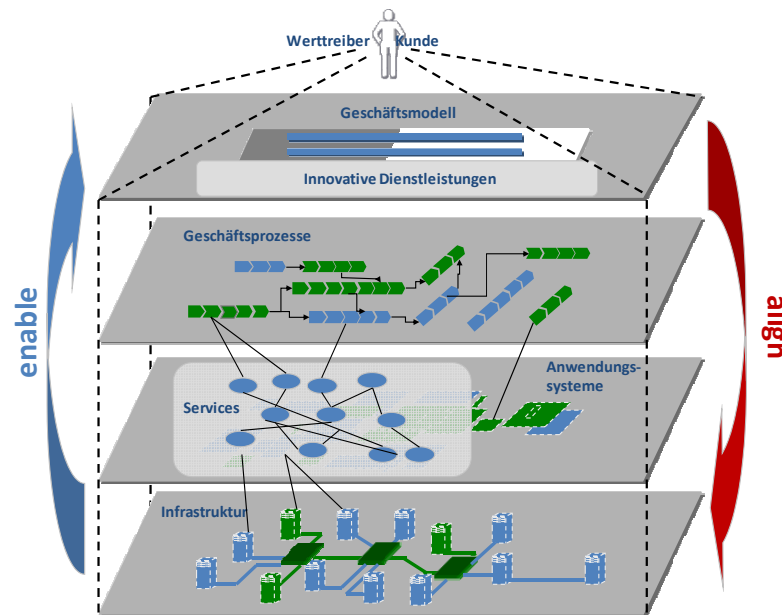


Abb. 2 Vom Kunden zur Infrastruktur (in Anlehnung an Krcmar 2005)

Die enge Verbindung der verschiedenen Ebenen vergrößert die Abhängigkeiten untereinander. Infrastruktursysteme und Applikationen entwickeln sich dadurch immer stärker zu wertschaffenden Produktionsfaktoren, die auf die Anforderungen gezielt abgestimmt werden und flexibel auf Veränderungen reagieren müssen. Insbesondere die radikalen Umgestaltungen im Rahmen der Industrialisierung der Dienstleistungsprozesse innerhalb des Unternehmens und in den Wertschöpfungsnetzwerken erfordern die integrierte Sichtweise über alle IT- und Prozessebenen hinweg, um Entscheidungen auf Basis ökonomischer Zielgrößen treffen zu können. Auf der anderen Seite ist es in Zeiten restriktiver Budgets erforderlich, IT-Kosten, die branchenabhängig teilweise bis zu 20% des Umsatzes betragen (Gruber 2009), gering zu halten und potenzielle Kostenrisiken zu vermeiden.

Eine wertorientierte Beschaffung von erforderlichen IT-Produkten und Leistungen (IT-Sourcing), sowohl innerhalb des Unternehmens als auch durch externe Dienstleister über Outsourcing, muss im Spannungsfeld der Anforderungen, Kosten und Kostenrisiken erfolgen und diese gleichermaßen berücksichtigen. Für die Sourcing-Projekte existieren häufig mehrere Alternativen für verschiedene Faktoren, die dem

Entscheider zur Auswahl stehen. Diese sind in Anlehnung an Jouanne-Diedrich (2008) auszugsweise in Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1 Auswahl von Sourcing-Faktoren

Sourcing-Faktoren		
Faktor		Beschreibung
Standort	Global	Weltweit verteilter Bezug
	Offshore	Bezug aus entfernten Ländern
	Nearshore	Bezug aus Nachbarregionen
	Onshore/Domestic	Bezug aus dem Inland
	Onsite	Bezug aus dem eigenen Unternehmen/Standort
Sourcing-Grad	Vollständiges	Gesamte Leistungserstellung erfolgt extern
	Selektives Outsourcing	Teile der Leistungserstellung erfolgen extern
	Vollständiges	Gesamte Leistungserstellung erfolgt intern
Sourcing-Tiefe	Knowledge Process	Wissensbasierter Prozess (bspw. Entwicklung)
	Business Process	Gesamter Geschäftsprozess
	Application	Applikationsebene (Software)
	Infrastructure	Infrastrukturebene (Hardware)
Anzahl Leistungsersteller	Multi-Sourcing	Leistungsbezug über mehrere Dienstleister
	Double-Sourcing	Leistungsbezug über zwei Dienstleister
	Single-Sourcing	Leistungsbezug von einem Dienstleister
Leistungsabnahme	on-demand	Leistung wird ausschließlich nach Bedarf bezogen
	variabel	Leistung kann variabel bezogen werden
	konstant	Leistung muss konstant bezogen werden
Bezahlung	Miete/Leasing	Temporäres Nutzungsrecht oder Leistungsbezug
	Finanzierung	Kauf mit Finanzierung
	Kauf	Vollständiger Kauf

Um eine optimale Sourcing-Strategie aus der Vielzahl an alternativen Möglichkeiten auswählen und umsetzen zu können, müssen entsprechende Sourcing-Entscheidungsmodelle zur Verfügung stehen, welche den Entscheider bei der Identifikation, Konfiguration und Kombination der relevanten Faktoren unterstützen, um die aus den vorgegebenen Zielgrößen definierte Zielfunktion bestmöglich zu erreichen.

Die vorliegende Dissertation nimmt sich dieser Herausforderung für vier spezifische Themen aus dem Bereich Software- und Hardware-Sourcing an und ermöglicht durch die Entwicklung von quantitativen Sourcing-Modellen eine Entscheidung nach technologischen und ökonomischen Zielgrößen zu unterstützen.

Im Folgenden werden in Abschnitt I.1 die Zielsetzung und der Aufbau der einzelnen Beiträge erläutert und in Abschnitt I.2 die Themen fachlich eingeordnet sowie die zentralen Forschungsfragen motiviert.

I.1 Zielsetzung und Aufbau

Die vorliegende Dissertation verfolgt das Ziel, aus den grundlegenden Fragestellungen zur Unterstützung von IT-Sourcing-Entscheidungen, vier ausgewählte Bereiche zu untersuchen und darauf aufbauend Entscheidungsmodelle zu entwickeln. Die einzelnen Ziele und der Aufbau der Arbeit nach Kapiteln sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Tab. 2 Ziele und Aufbau der Dissertation

I. Einleitung
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel I.1: Darstellung der Zielsetzung und Begründung des Aufbaus der Arbeit. • Ziel I.2: Fachliche Einordnung und Motivation der zentralen Forschungsfragen.
II. Ein COCOMO-basierter Ansatz zur Entscheidungsunterstützung beim Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel II.1: Entwicklung eines quantitativen Kostenschätzmodells zur Unterstützung von Offshoring-Entscheidungen bei Softwareentwicklungsprojekten. • Ziel II.2: Quantifizierung der Auswirkungen von projekt- und unternehmensspezifischen Einflussfaktoren auf die Kosten. • Ziel II.3: Berücksichtigung von Unsicherheiten in den Schätzparametern.
III. Optimierte Softwarelizenzierung: Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel III.1: Modellierung von Nutzerprofilen für verschiedene Anwendergruppen. • Ziel III.2: Entwicklung eines Ansatzes zur optimalen Kombination von Lizenztypen nach Kosten- und Kostenrisikogesichtspunkten. • Ziel III.3: Berücksichtigung einer bedarfsorientierten On-Demand-Lizenzierung im Sourcing-Modell.
IV. Bewertung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel IV.1: Strukturierung und Modellierung von Discountoptionen in Softwarelizenzverträgen. • Ziel IV.2: Anwendung der Realoptionstheorie auf die Bewertung von Discountoptionen. • Ziel IV.3: Überprüfung des Optionsbewertungsansatzes durch praxisnahe Anwendungsszenarien.
V. Plug & Work: Erfolgsfaktoren bei der Virtualisierung von IT-Infrastrukturen
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel V.1: Gegenüberstellung verschiedener Virtualisierungskonzepte für Arbeitsplatz- und Serversysteme. • Ziel V.2: Identifikation von Erfolgsfaktoren für Virtualisierungsentscheidungen. • Ziel V.3: Handlungsempfehlungen zur Unterstützung einer optimalen Virtualisierungsstrategie.
VI. Zusammenfassung und Ausblick
<ul style="list-style-type: none"> • Ziel VI.1: Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse. • Ziel VI.2: Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf.

Die Beiträge fokussieren gezielt IT-Sourcing-Schwerpunktthemen, die entweder hohe Investitionen erfordern oder einem großen Teil des IT-Budgets entsprechen. Eine Entscheidungsunterstützung mit Hilfe quantitativer Modelle schöpft hier nicht nur erhebliche Einsparungspotenziale aus, sondern ermöglicht auch die wertorientierte Ausrichtung der IT an den übergeordneten Unternehmenszielen. Wissenschaftliche Arbeiten mit quantitativem Lösungsansatz sind für die untersuchten Sourcing-Fragestellungen bislang nicht oder nur vereinzelt vorhanden.

Nach diesem Überblick über den Aufbau der Arbeit werden im folgenden Abschnitt I.2 die Beiträge fachlich eingeordnet und die im Bezug auf die Ziele der Kapitel II, III, IV und V untersuchten Forschungsfragen ausführlich dargestellt.

I.2 Fachliche Einordnung der Beiträge

Bezogen auf die Ziele folgen in diesem Abschnitt die fachliche Einordnung der Beiträge und die Motivation der zentralen Forschungsfragen.

Offshoring der Entwicklung von Individualsoftware in Niedriglohnländern

Die zunehmende Globalisierung macht es möglich die Leistungserstellung eines Produktes weltweit zu verteilen und so nicht nur einen größeren und vielfältigeren Ressourcenzugang zu erhalten, sondern auch Fertigungskosten, aufgrund bspw. geringerer Lohnniveaus, zu reduzieren. Digitale Güter, wie Daten oder Software, eignen sich hierfür besonders gut, da die Übertragung über elektronische Leitungen nahezu ohne Zeitverzögerung stattfindet, kaum Transportkosten anfallen und im Produktionsprozess der Faktor Mensch den größten Kostenanteil hat. In Bezug auf die Entfernung spielt es daher nur eine untergeordnete Rolle, ob Teile einer Softwareentwicklung in benachbarte (Nearshore) oder sehr weit entfernte (Offshore) Niedriglohnländer verlagert werden. Etablierte Entwicklungsstandorte mit spezialisierten Softwareentwicklungsunternehmen, wie bspw. Indien, sind gegenüber Ländern wie der Ukraine oder China in den Personalkosten bereits deutlich teurer geworden (vgl. Kroder 2006). Analytische Kostenschätzmodelle für Softwareentwicklung, wie das von Barry Böhm (2000) vorgeschlagene Cost Constructive Modell (COCOMO), berücksichtigen neben der Systemkomplexität der Software vor allem die Eigenschaften der Entwickler und der Teams, die als Wissens- und Erfahrungsfaktoren in die Modellparameter einfließen. Die Auswirkungen auf die Entwicklungskosten und -zeit sind hierbei enorm und können

vermeintliche Einsparpotenziale durch Lohnunterschiede schnell wieder kompensieren. Es verwundert daher nicht, wenn etliche Offshoring-Projekte im Nachhinein betrachtet teurer sind als die Entwicklung vor Ort gewesen wäre. Entscheidungen für eine Offshore-Softwareentwicklung sollten daher über eine ausschließliche Lohnkostenbetrachtung hinausgehen und ebenfalls unternehmens- und projektspezifische Kostentreiber in die verschiedenen Entwicklungsphasen einbeziehen. Liegen für einige Parameter keine verlässlichen Daten vor, da bspw. noch kein vergleichbares Projekt durchgeführt wurde oder nur eine Abschätzung mit großer Unsicherheit möglich ist, dann hat dies unmittelbare Auswirkungen auf das Risiko der Kosten. Für Offshoring-Entscheidungen von Softwareprojekten ist dies ebenfalls ein relevanter Aspekt, der quantitativ erfasst und bewertet werden sollte.

Der Beitrag im Kapitel II greift das Thema Offshoring von Softwareentwicklung und Kostenschätzung integriert auf und beantwortet offene Forschungsfragen.

Kapitel II: Ein COCOMO-basierter Ansatz zur Entscheidungsunterstützung beim Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten

Für die Kostenschätzung einer Softwareentwicklung werden unterschiedliche Verfahren und Methoden herangezogen. Der Beitrag greift mit dem COCOMO-Ansatz eines der am häufigsten verwendeten analytischen Modelle auf und führt eine geeignete Erweiterung durch, um spezifische Standortunterschiede unmittelbar vergleichen und bewerten zu können. Ausgangspunkt ist eine typische Entscheidungssituation, bei der ein IT-Dienstleister für ein konkretes Softwareentwicklungsprojekt, dessen Anforderungen (z. B. von der Fachabteilung) bereits definiert wurden, ein Angebot abgeben soll. Zusätzlich zur Möglichkeit einer vollständigen Eigenentwicklung stehen dem Dienstleister eine oder mehrere Offshoring-Alternativen zur Verfügung, auf die ein Teil der Entwicklung ausgelagert werden kann. Für den Entscheider ergeben sich daraus u. a. folgende Forschungsfragen:

1. Wie lassen sich Standortentscheidungen von Offshore-Softwareentwicklungsprojekten durch die Anwendung quantitativer Kostenschätzmodelle unterstützen?
2. Welche Mehrkosten verursachen die, aus den Produktanforderungen des Softwareprojektes resultierenden, unternehmensspezifischen Merkmale des

Dienstleisters gegenüber den Einsparungen, die sich aus den Lohnkostenunterschieden ergeben?

3. Wie wirkt sich die Unsicherheit hinsichtlich der konkreten Abschätzung der COCOMO-Aufwandsparameter auf die zu erwartenden Einsparungen und das Kostenrisiko aus?

Lizenzierung von Anwendergruppen mit Standardsoftware

Der Einsatz kommerzieller Standardsoftware lohnt sich i.d.R. dann, wenn die hohen Entwicklungskosten einer Individualsoftware nicht durch die damit erlangte Flexibilität oder verbesserte Wettbewerbsposition gerechtfertigt werden können. Die Nutzung von Standardsoftware erfolgt, im Gegensatz zu einem vollständigen Kauf des Rechtes am gesamten Softwarecode, vielfach auf Basis einer Lizenzierung, bei der dem Lizenznehmer ausschließlich ein beschränktes Nutzungsrecht einer Softwarekopie eingeräumt wird. Die genaue Regelung über Nutzungszeitraum und Nutzungsumfang wird zwischen dem Softwarehersteller und dem Lizenznehmer im Lizenzvertrag vereinbart. Zur besseren Abdeckung von unterschiedlichen Anforderungen stehen dem Lizenznehmer häufig mehrere Lizenzierungsmöglichkeiten in Form unterschiedlicher Vertrags- bzw. Lizenztypen zur Verfügung. Diese reichen von auf einzelne Nutzer zugewiesene Einzelplatzlizenzen über Netzwerklizenzen, die einer gesamten Anwendergruppe gemeinsam zur Verfügung stehen, bis zu On-Demand-Lizenzen, die nur nach Bedarf bezogen werden. Je nach Anforderungsprofil der Anwendergruppen bzgl. Zugriff und Verwendung der Applikation ist zu entscheiden, welcher Lizenztyp eingesetzt werden sollte, um eine möglichst hohe Effizienz zu erzielen und dadurch unnötige Lizenzierungskosten einzusparen. Demgegenüber steht das Risiko von Produktivitätsverlusten, wenn in lastintensiven Zeiträumen den Anwendern zu wenige Lizenzen zur Verfügung stehen und diese auf die Freigabe einer belegten Lizenz warten müssen. Der Einsatz von On-Demand-Lizenzen, die im Rahmen von Online-Diensten oder Software-As-A-Service (SaaS) immer häufiger angeboten werden, kann diese Kostenrisiken zwar minimieren, ist gegenüber den anderen Lizenztypen aber verhältnismäßig teuer. Der Beitrag im Kapitel III widmet sich diesem Thema und gibt eine modellbasierte Entscheidungsgrundlage für eine ökonomisch sinnvolle Lizenzierung von verschiedenen Anwendergruppen:

Kapitel III: Optimierte Softwarelizenzierung: Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio

Das richtige Management von Softwarelizenzen von der Beschaffung bis zur Rückgabe ist eine entscheidende Teilaufgabe des Software Asset Management, um Einsparungen zu erzielen und rechtliche und finanzielle Risiken zu minimieren. Die Bedarfsanalyse erfordert die Modellierung und Klassifizierung von Anwenderprofilen, bevor verschiedene Lizenzierungsalternativen gegenübergestellt werden. Eine genaue Bedarfsermittlung und Kapazitätsplanung ist hierbei wichtige Grundvoraussetzung und muss mit geeigneten Verfahren und Methoden, wie sie bspw. aus dem Telekommunikations- oder Call-Center-Bereich bekannt sind, durchgeführt werden. Auftretende Unsicherheiten im Anwenderverhalten können sich auf die Dienstgüte oder die Kosten auswirken und erfordern eine umfassende Risikoanalyse mit entsprechenden Handlungsempfehlungen für den Entscheider.

Es stehen u. a. folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt:

1. Wie lassen sich Anforderungsprofile von verschiedenen Anwendergruppen bezüglich des benötigten Nutzungsumfangs einer Applikation modellieren und vergleichen?
2. Mit welcher Kombination von verfügbaren Lizenztypen lassen sich bei vorgegebener Dienstgüte die größten Einsparungen realisieren?
3. Welchen Einfluss haben Unsicherheiten im Anforderungsprofil der Anwender auf die Dienstgüte und die Lizenzkosten?

Bewertung von vergünstigten Leistungen in Softwarelizenzverträgen

Wie das Kapitel III zeigt, ist die konsequente Umsetzung des Lizenzmanagements aus rechtlichen Aspekten zwingend erforderlich und Grundlage, um Einsparpotenziale erkennen und realisieren zu können. Neben der Lizenzierung selbst führt der Einsatz von Software im Nutzungszeitraum zu weiteren Kosten, die der Lizenznehmer aufwenden muss, um einen effizienten Einsatz weiterhin zu gewährleisten. Hierzu zählen bspw. Anwenderschulungen oder die Behebung von Störungen, welche im Zusammenhang mit der Software auftreten können. Viele Hersteller geben dem Lizenznehmer die Möglichkeit, sich gegen einen Teil dieser auftretenden Zahlungen abzusichern, indem diese Leistungen vollständig oder zu

einem vergünstigten Preis durch den Lizenzgeber nach Bedarf erbracht werden. Die Regelung über Leistungsumfang und erhaltene Vergünstigung ist hierbei entweder bereits fester Bestandteil des Lizenzvertrages oder muss optional zu Vertragsbeginn gegen eine Gebühr vereinbart werden. In beiden Fällen muss der Lizenznehmer über ein geeignetes Entscheidungsmodell verfügen, um die Vorteilhaftigkeit dieses Vertragsbestandteils ökonomisch bewerten zu können. Eine Bewertung von realwirtschaftlichen Vertragsrechten wird häufig mit der Realoptionstheorie durchgeführt, welche vorhandene Modelle und Methoden aus der Finanzoptionsbewertung auf diese Investitionsprojekte überträgt. Die Anwendung analytischer Verfahren auf Optionen in einem Lizenzvertrag ist nicht in allen Fällen möglich, da die Ausübungsmöglichkeiten sehr vielfältig sein können und häufig mehrere Unsicherheitsfaktoren gleichzeitig vorliegen. Das Kapitel IV nimmt sich diesem fachlich anspruchsvollen Thema an und erweitert das Software Asset Management um eine optimale Vertragsgestaltung:

Kapitel IV: Bewertung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen

Ein konsequentes Software Asset Management geht über den Bedarfs- und Bestandsabgleich von Lizenzen weit hinaus und beginnt bereits bei der Auswahl und Gestaltung der Lizenzierungsverträge. Zunächst werden bestehende Ansätze zur Bewertung von Vertragsoptionen vorgestellt und analysiert. Es folgt eine Modellierung der Leistungsbestandteile eines Lizenzvertrages mit geeigneten Optionstypen aus dem Finanzmarktumfeld. Für die ökonomische Bewertung werden analytische und numerische Verfahren vorgestellt und bzgl. der auftretenden Schwächen kritisch hinterfragt. Die erzielbaren Einsparungen durch die Ausübung der Option sowie der resultierende Optionswert lassen sich dadurch quantifizieren. An zwei praxisnahen Beispielen wird die Umsetzung ausführlich dargestellt und erläutert. Dem Lizenznehmer steht mit diesem Modellansatz eine quantitative Entscheidungsunterstützung zur vorteilhaften Auswahl von Vertragsoptionen zur Verfügung.

Es stehen u. a. folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt:

1. Welche Arten von Discountoptionen sind in einem Softwarelizenzvertrag enthalten, welche Gemeinsamkeiten liegen vor und wie werden diese im Rahmen des Software Asset Managements bisher berücksichtigt?

2. Wie kann die Realloptionstheorie zur Bewertung dieser Optionen herangezogen werden und welche Optionspreismodelle aus der Finanzwirtschaft sind hierfür geeignet?
3. Wo liegen die Limitationen der Realoptionsmethodik bei der Anwendung finanztheoretischer Bewertungsansätze auf realwirtschaftliche Investitionsprojekte?

Einsatz von Virtualisierungstechnologien im IT-Infrastrukturumfeld

Der Einsatz von IT-Systemen ist in den Unternehmen erforderlich, um die Anforderungen der Geschäftsprozesse bzgl. der Verarbeitungsgeschwindigkeit, Qualität und Kosten erfüllen zu können. Die IT-Infrastruktur bildet hierbei die technologische Basisplattform, um Softwaresysteme für Anwender bereitzustellen, sowie Daten zu verteilen und zu verarbeiten. Neben Softwarekosten und Lizenzierungsgebühren sind die Anschaffungs- und Betriebskosten für Netzwerk, Server- und Arbeitsplatzhardware zweitgrößter Posten im IT-Budget vieler Unternehmen. Durch den technischen Leistungszuwachs hat die Virtualisierungstechnologie mittlerweile einen praxistauglichen Reifegrad erreicht und verspricht nicht nur eine Reduzierung physischer Hardwarekomponenten, sondern ebenfalls mehr Flexibilität, um auf zukünftige Anforderungen im Prozessumfeld schnell und kostengünstig reagieren zu können. Während die Virtualisierung von Serversystemen erfolgreich in Produktivumgebungen umgesetzt wird, ist der Einsatz dieser Technologie bei Arbeitsplatzsystemen noch sehr gering. Verschiedene Virtualisierungskonzepte bieten hier ein breit gefächertes Spektrum, um die verschiedenen Anforderungen aus Prozess- und Anwenderperspektive abzudecken. Neben dem Kostenfaktor und der gewonnenen Flexibilität hat eine Virtualisierungsmaßnahme aber auch Auswirkungen auf die Sicherheits- und Komplexitätsrisiken, die letztlich wieder zu erhöhten Kosten im Betrieb führen können. Für IT-Entscheider ist es bei Virtualisierungsentscheidungen daher wichtig, die Anforderungen im Unternehmen vollständig zu erfassen und durch eine geeignete Auswahl und Kombination verschiedener Virtualisierungstechniken abzudecken. Das Kapitel V widmet sich dem Thema Virtualisierung aus technologischer und ökonomischer Perspektive, um Sourcing-Entscheidungen in diesem Umfeld zu erleichtern:

Kapitel V: Plug & Work: Erfolgsfaktoren bei der Virtualisierung von IT-Infrastrukturen

Entscheidungen für Virtualisierungsmaßnahmen können enorme Auswirkungen auf das Zusammenspiel zwischen der Geschäftsprozessebene und der IT haben. Es werden verschiedene Konzepte, die von einer lokalen Virtualisierung am Arbeitsplatzsystem bis zur ausschließlich serverbasierten Lösung reichen, im Detail beschrieben. Ausgehend von einer nicht virtualisierten Arbeitsplatzumgebung werden erzielbare Einsparungen und erforderliche Mehrkosten gegenübergestellt. Desweiteren erfolgt eine Auseinandersetzung mit möglichen Dienstgüterisiken durch die stärkere Beanspruchung zentraler Ressourcen, sowie mit den gewonnenen Flexibilitäten und möglichen Einschränkungen, die diese Technologie nach sich zieht. Im Spannungsfeld von verschiedenen Erfolgsfaktoren werden die Vor- und Nachteile der Virtualisierungskonzepte analysiert, um daraus Empfehlungen für eine optimale Sourcing-Strategie entwickeln zu können. Der Beitrag schließt damit die Lücke zwischen technologischem Fachwissen und ökonomischem Entscheidungsverhalten.

Es stehen u. a. folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt:

1. Welche technologischen Virtualisierungskonzepte stehen für das Server- und Arbeitsplatzsystem zur Verfügung und wie unterscheiden sich die einzelnen Ansätze?
2. Welche entscheidungsrelevanten Erfolgsfaktoren sind bei der Entwicklung einer Virtualisierungsstrategie zu berücksichtigen?
3. Wie sollten Entscheidungen im Spannungsfeld der verschiedenen Erfolgsfaktoren getroffen werden?

Die Dissertation fokussiert mit der Entwicklung und praxisnahen Umsetzung einiger ausgewählter Entscheidungsmodelle das übergeordnete Ziel einer optimalen Sourcing-Strategie als wichtigen Teilaspekt der IT-Governance. Die vorgestellten Beiträge widmen sich interessanten Forschungsfragen aus vier verschiedenen Themenbereichen. Abb. 3 gibt einen schematischen Überblick wichtiger IT-Sourcing-Themen und ordnet die Kapitel der Dissertation diesbezüglich nochmals ein.

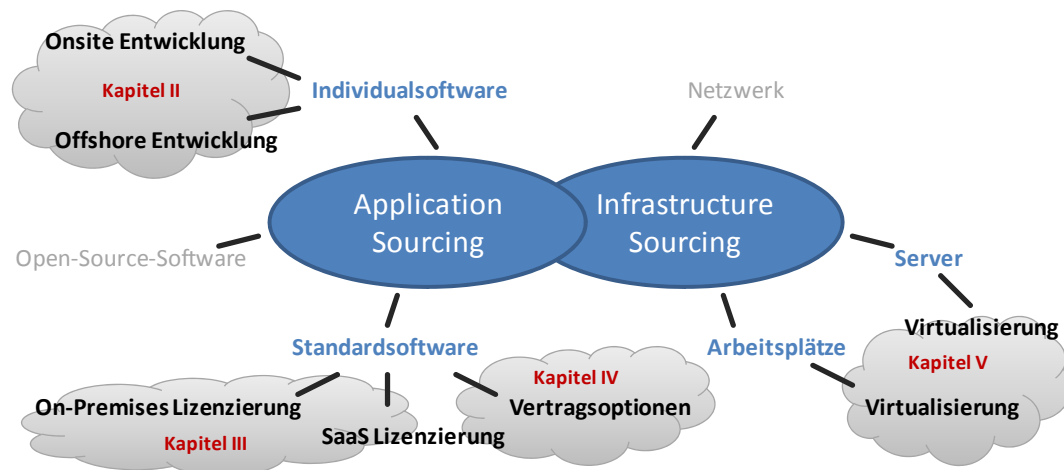


Abb. 3 Überblick der IT-Sourcing-Themen und Zuordnung zu den Kapiteln

Im Anschluss an diese Einleitung folgen in den vier nächsten Kapiteln die einzelnen Beiträge. Eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse sowie ein Ausblick auf noch offene Fragestellungen und den zukünftigen Forschungsbedarf schließen die Dissertation mit dem Kapitel VI ab.

Literaturverzeichnis (Kapitel I)

- Boehm BW, Abts C, Windsor Brown A, Chulani S, Clark BK, Horowitz E, Madachy R, Reifer D, Steece B (2000) Cost Estimation with COCOMO II. Prentice-Hall
- BSA (2009) Deutsche Unternehmen zahlen im ersten Halbjahr 2009 rund 1,8 Mio. Euro für Lizenzverstöße. <http://www.bsa.org/country/News%20and%20Events/News%20Archives/de/2009/de-09022009-enforcement.aspx>. Abruf am 2009-12-12
- Carnelly E, Dorr P (2007) 'ROI in Technology: The Key to World-Class Performance. Hackett Group
- Carr NG IT (2003) Doesn't Matter. Harvard Business Review 5(81):41-49
- Fröschle HP, Strahringer S (2006) IT-Governance. Praxis der Wirtschaftsinformatik. HMD 250
- Gruber P (2009) Mehr Budget für IT-Projekte. Computerwoche. <http://www.computerwoche.de/mittelstand/1892452/>. Abruf am 2010-01-01
- Krcmar H (2005): Informationsmanagement. Springer, Berlin
- Kroder T (2006) Offshoring: Indien wird IT-Branche zu teuer. <http://www.ftd.de/it-medien/it-telekommunikation/:indien-wird-it-branche-zu-teuer/73309.html>. Abruf am 2009-11-09
- Meyer M, Zarnekow R, Kolbe LM (2003) IT-Governance–Begriff, Status Quo und Bedeutung. Wirtschaftsinformatik 45(4):445-448
- Rath M, Sponholz R (2009) IT-Compliance: Erfolgreiches Management regulatorischer Anforderungen. Schmidt Erich Verlag
- Steria Mummert (2009) IT-Budget Studie 2008. <http://www.steria-mummert.de/presse/publikationen/it-budget%20studie%202008>. Abruf am 2010-01-12
- Teager J (2007) IT-Compliance als Risikomanagement-Instrument. Oldenburger Verlag
- von Jouanne-Diedrich H (2008) Die ephorie.de IT-Sourcing-Map. Eine Orientierungshilfe im stetig wachsenden Dschungel der Outsourcing-Konzepte. <http://www.ephorie.de/it-sourcing-map.htm>. Abruf am 2010-01-01
- Weill P, Ross JW (2004) IT Governance: How top performers manage IT decision rights for superior results. Harvard Business School Press, Boston, Mass.

II. Ein COCOMO-basierter Ansatz zur Entscheidungsunterstützung beim Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten

Autor:	Daniel Gull, Alexander Wehrmann Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, Universitätsstraße 12, D-86135 Augsburg daniel.gull@wiwi.uni-augsburg.de alexander.wehrmann@wiwi.uni-augsburg.de
Erschienen in:	Wirtschaftsinformatik 48 (6) 2006

Zusammenfassung:

Der Beitrag adressiert die Frage, wie Softwareentwicklungsprojekte, die unter Beteiligung verschiedener Offshore-Dienstleister durchgeführt werden, zu bewerten sind und unterstützt somit die Gestaltung des Sourcingportfolios. Das vorgestellte Entscheidungsmodell baut auf dem etablierten Aufwandsschätzverfahren COCOMO (Constructive Cost Model) auf, wodurch der Transfer in die Praxis deutlich erleichtert wird. Ausgehend von den Kosten der Eigenentwicklung beschreibt es die Auswirkung der Sourcing-Entscheidung auf die Projektkosten und ermöglicht so eine Quantifizierung der erwarteten Einsparungen unter Berücksichtigung der damit verbundenen Unsicherheit. Hierbei wird u. a. deutlich, dass eine starke Fokussierung auf Lohnkostenvorteile Fehlentscheidungen begünstigt. Eine ausführliche Fallstudie zeigt die Operationalisierbarkeit des Modells und veranschaulicht die Ergebnisse.

1 Einleitung

Im Zusammenhang mit Offshoring-Entscheidungen werden neben fachlichen Aspekten insbesondere Kostenreduktionspotenziale betont (AT Kearney 2004, Campenhausen 2005, Ruiz und Claus 2005, Schaaf und Weber 2005). Daher ist es wichtig, ein besseres Verständnis jener Faktoren zu erhalten, welche die Kosten beeinflussen. Neben den am Markt einfach zu beobachtenden Lohnkosten ist die Produktivität des Softwareentwicklungsprozesses eine wesentliche, aber deutlich schwieriger zu bestimmende Determinante der Entwicklungskosten. Sie ist u. a. stark von unternehmens- und projektspezifischen Eigenschaften wie Teamstruktur, Prozessbeherrschung oder Entwicklungserfahrung abhängig (Boehm et al. 2000). Bleibt dieses unberücksichtigt, können die realisierten Einsparungen deutlich von den erwarteten abweichen, und im ungünstigsten Fall ist die Fremdvergabe letztlich sogar teurer als die Eigenerstellung.

Ausgehend von aktuellen Berichten und eigenen Erfahrungen im Rahmen von Praxisprojekten bei Finanzdienstleistern, greift dieser Beitrag bisher übliche Vorgehensweisen auf, wie Offshoring-Entscheidungen getroffen werden und verdeutlicht die damit verbundene Problematik. Auf Basis des in der Praxis etablierten *Constructive Cost Modell* (COCOMO) werden mögliche Ursachen dafür identifiziert, warum Kostenreduktionspotenziale vielfach nicht realisiert werden (Aelera 2004). Die vorgestellte COCOMO-Erweiterung zeigt eine Möglichkeit auf, wie sich Offshoring-Potenziale abschätzen und quantifizieren lassen. Sie ist zudem geeignet, die ökonomische Wirkung von Unsicherheit, die stets inhärenter Bestandteil von Softwareentwicklungsprojekten ist, auf Offshoring-Entscheidungen zu verdeutlichen.

Ausgangspunkt hierbei ist eine typische Entscheidungssituation, der sich viele (auch konzerninterne) IT-Dienstleister gegenüberstehen:

- Der IT-Dienstleister soll für ein konkretes Softwareentwicklungsprojekt, dessen Anforderungen (z. B. von der Fachabteilung) bereits definiert wurden, ein Angebot abgeben.
- Der IT-Dienstleister konkurriert hierbei mit Drittanbietern oder steht auf Grund unternehmensinterner Kostensenkungsdebatten vor der Herausforderung, die Entwicklungskosten so gering wie möglich zu halten.

- Der IT-Dienstleister prüft, ob die Entwicklung von definierten Projektkomponenten an einen oder mehrere Offshoring-Dienstleister abgegeben werden sollen.

Um bewerten zu können, ob eine Verlagerung der Entwicklungsaktivitäten ökonomisch vorteilhaft ist, muss der beauftragte IT-Dienstleister im ersten Schritt eine Einschätzung darüber haben, welchen Aufwand die Applikationserstellung bei vollständiger Eigenerstellung verursachen würde. Dieser Referenzwert wird im zweiten Schritt mit verschiedenen Offshoring-Alternativen verglichen.

Auf Grund des Zusammenhangs zwischen Preis und Qualität bei der Erstellung von Software (Banker et al. 1994) ist es jedoch für den Vergleich nicht ausreichend, ausschließlich (Festpreis-) Angebote bei Offshoring-Dienstleistern einzuholen. Aus unrealistischen Price-to-win-Angeboten können für den Auftraggeber Folgeprobleme resultieren (Qualitätsprobleme, Kosten- oder Zeitüberschreitungen, Insolvenz des Anbieters etc.), die sich im Vorfeld zumindest teilweise vermeiden lassen, indem eine Aufwandschätzung durchgeführt und die Preiskalkulation dadurch plausibilisiert wird.

2 Status quo Offshoring-Entscheidungen

Grundlage der Preiskalkulation (bei Eigenentwicklung oder teilweiser Fremdvergabe) sind i. d. R. die Entwicklungskosten der Software (C). Sie ergeben sich aus dem erwarteten Entwicklungssaufwand (PM), der aus der Softwaregröße, den Anforderungen und der damit verbundenen Komplexität resultiert, welcher mit den durchschnittlichen Personalkosten (w) gewichtet wird:

$$C = w \cdot PM \quad (1)$$

In der Praxis wird die Bewertung von Offshoring-Entscheidungen häufig mit einem vereinfachtem Ansatz durchgeführt: Im ersten Schritt wird davon ausgegangen, dass sich die bis zu 85% geringeren Personalkosten in einem Billiglohnland linear auf die Projektkosten auswirken. Zusätzliche Offshoringkosten (z. B. ITK-, Management- und Anpassungskosten), die das Einsparungspotenzial mindern, werden in einem zweiten Schritt abgeschätzt und über einen prozentualen Aufschlag berücksichtigt. Letztlich ergibt sich ein kalkulatorisches Einsparungspotenzial von 20% bis 40%.

Für viele Unternehmen bildet diese oder eine vergleichbare Vorgehensweise, bei der im Grunde genommen die Projektkosten bei Eigenerstellung mit einem Einsparungsfaktor (α) gewichtet werden, die Grundlage für die Offshoring-Entscheidung (Schaaf 2005). Am Beispiel einer Fallstudie wird die Entscheidungssituation illustriert.

Beispiel (Einführung und Bewertungsweise 1):

Eine führende Direktbank möchte ihr webbasiertes Portal um ein kundenindividuelles Beratungsmodul zur Altersvorsorgeberatung erweitern. Die verantwortliche Fachabteilung (Retail Banking) hat eine ausführliche Analyse durchgeführt und sämtliche Anforderungen in einem Fachkonzept festgehalten. Die Bank beauftragt die eigene IT-Abteilung mit der Umsetzung. Die IT-Abteilung, welche als Cost-Center fungiert, ist aufgefordert, ein Angebot abzugeben und ermittelt auf Basis der gegebenen Anforderungen den erwarteten Projektaufwand, welcher mit dem durchschnittlichen Lohnkostensatz gewichtet wird. Gleichzeitig wird geprüft, ob sich ein wesentlicher Teil des Entwicklungsaufwands (etwa 70%) an eines von zwei Offshoring-Unternehmen, zu denen bereits Geschäftsbeziehungen bestehen, vergeben lässt und welche Einsparungen erzielbar wären.

Mit dem indischen Offshoring-Unternehmen A wurden bereits erste Erfahrungen in gemeinsam durchgeführten Softwareentwicklungsprojekten mit vergleichbaren Anforderungen gesammelt. Es wird davon ausgegangen, dass für den ausgelagerten Projektteil mit Offshoring-Zusatzkosten in Höhe von etwa 15% der reinen Offshoringkosten C^{off} zu rechnen ist. Die durchschnittlichen Lohnkosten betragen nur 22% der hiesigen Kosten. Bei der geplanten Auslagerung von 70% des Entwicklungsaufwands an Anbieter A würden sich (bezogen auf die Kosten bei vollständiger Eigenentwicklung C^{on}) relative Einsparungen von $R=52\%$ erzielen lassen:

$$R = \frac{C^{on} - (0,3 \cdot C^{on} + C^{off} + 0,15 \cdot C^{off})}{C^{on}} = \frac{C^{on} - C^{on} \cdot (0,3 + 0,7 \cdot 0,22 + 0,15 \cdot 0,7 \cdot 0,22)}{C^{on}} = 0,52$$

Zum Offshoring-Unternehmen B besteht erst seit kurzem eine Geschäftsbeziehung. Anbieter B, ein junges, dynamisches Unternehmen aus der Ukraine, profitiert momentan von niedrigen durchschnittlichen Lohnkosten, die nur 12% der hiesigen Kosten betragen. Auch hier wird mit vergleichbaren Offshoring-Zusatzkosten von

etwa 15% gerechnet. Bei Verlagerung der Anwendungsentwicklung an Anbieter B, ist deshalb mit relativen Einsparungen in Höhe von $R = 60\%$ zu rechnen.

$$R = \frac{C^{on} - (0,3 \cdot C^{on} + C^{off} + 0,15 \cdot C^{off})}{C^{on}} = \frac{C^{on} - C^{on} \cdot (0,3 + 0,7 \cdot 0,12 + 0,15 \cdot 0,7 \cdot 0,12)}{C^{on}} = 0,60$$

Dass derartige Vorgehensweisen als Entscheidungsgrundlage offensichtlich problematisch sind, bestätigt eine in 2004 durchgeführte Studie (Aelera 2004), in der eine Reihe von Unternehmen über die tatsächlich erzielten Offshoring-Einsparungen befragt wurden: Demnach konnten nur ein Drittel der Unternehmen die erwarteten Einsparungen in Höhe von 30-40% tatsächlich realisieren, 14% der Unternehmen erzielten keine Einsparungen und jedes zehnte Projekt war letztlich sogar teurer als erwartet.

Eine Ursache für die zu optimistische Einschätzung liegt häufig in der Vernachlässigung weiterer Aufwandsfaktoren begründet. Um ein besseres Verständnis der Kostenreduktionspotenziale bei der Softwareentwicklung zu erhalten, ist eine genauere Analyse der Aufwandsschätzung notwendig.

Die ersten Verfahren zur Aufwandsschätzung von Softwareentwicklungsprojekten basieren auf einer Studie von Nelson (1966), aus der in den 70er-Jahren eine Reihe von Modellen entstanden ist. Seitdem unterliegt die Entwicklung und Evolution dieser Modelle einer mehr oder weniger dynamischen Entwicklung, die dazu führte, dass heute eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren existiert (für eine umfassende Übersicht s. bspw. Devnani-Chulani 2004 oder Jenny 2001). Das wohl populärste algorithmische Verfahren, ist das *Constructive Cost Model* (COCOMO), welches seit seiner ersten Vorstellung mehrmals aktualisiert wurde. Insbesondere die letzte Aktualisierung hat dazu geführt, dass die Verbreitung von COCOMO wieder stark zugenommen hat (Krcmar 2005, Seibert und Boehm 2005, Thaller 2003). Da alle nachfolgenden Ausführungen auf dem COCOMO-Modell basieren, wird dieses im nächsten Kapitel näher erläutert.

3 Aufwandsschätzung mit dem Constructive Cost Model

Die Grundversion des COCOMO beschreibt ein Verfahren, dass den Aufwand eines Softwareentwicklungsprojekts in Personenmonaten PM abschätzt. Wie in anderen Verfahren auch, gehen in das COCOMO als zentrale Bezugsgröße die in den einzelnen Komponenten neu zu erstellenden Lines of Code (LOC), die zur

Gesamtprojektgröße (*Size*) saldiert werden, ein. Zur Bestimmung der *LOC* können sowohl algorithmische Verfahren, wie z. B. die *Function-* oder *Object-Point-Methode*, als auch historische Daten oder Expertenschätzungen herangezogen werden. Die Berechnung des daraus resultierenden Projektaufwandes wird mit einer Reihe projekt- und produktspezifischer Faktoren durchgeführt, die sich entweder multiplikativ (Aufwandsmultiplikatoren, *EM*) oder exponentiell (Skalenfaktoren, *SF*) auf den Projektaufwand auswirken. Zudem kann eine unternehmensspezifische Anpassung des COCOMO m. H. sogenannter Kalibrierungsfaktoren (*A* und *B*) erfolgen. Diese werden – sofern keine historischen Daten zur Verfügung stehen – standardmäßig auf die empirisch ermittelten Werte $A = 2,95$ und $B = 0,91$ gesetzt. Das Grundmodell ist vergleichsweise einfach:

$$PM = A \cdot EM \cdot Size^{B+SF} \quad (2)$$

Je nach Projektphase existieren unterschiedliche COCOMO-Teilmodelle: Im *Early Design-Modell* wird die Aufwandsberechnung beim Projektstart bzw. zu einem frühen Zeitpunkt durchgeführt. Typischerweise reichen in dieser Projektphase die verfügbaren Informationen nicht aus, um eine detaillierte Schätzung abzugeben. Da die Abschätzung vieler, detaillierter Einzelfaktoren zu diesem Zeitpunkt nur eine Scheingenauigkeit provozieren würde, gehen in das *Early Design-Modell* neben der Projektgröße und den Skalierungsfaktoren nur eine reduzierte Zahl von Aufwandsmultiplikatoren ein (Boehm et al. 2000; Devnani-Chulani 2004).

Das *Post-Architecture-Modell* hingegen kommt entweder zum Einsatz „when top level design is complete and detailed information about the project is available [...]“ (Devnani-Chulani 2004) oder wenn es sich nicht um eine Neuentwicklung, sondern um Wartungs- oder Überarbeitungsprojekte handelt. Im Prinzip bildet das *Post-Architecture-Modell* nur eine Verfeinerung des *Early Design-Modells*, da die nun 17 Aufwandsmultiplikatoren eine Verfeinerung der sieben Aufwandsmultiplikatoren des *Early Design-Modell* darstellen (Boehm et al. 2000).

Der Skalenfaktor *SF* setzt sich für beide Teilmodelle aus fünf zu schätzenden Einzelfaktoren SF_j zusammen. Zur Vereinfachung werden fortfolgend die Konstante *B* und die Skalenfaktoren SF_j zu einem neuen Faktor *E* zusammengefasst. Der

Wertebereich für E ergibt sich aus dem COCOMO: $E = B + \sum 0,01 \cdot SF_j$, wobei $E \in [0,97;1,23]$.

Der Gesamtaufwandsmultiplikator EM (*Effort Multiplier*) ist das Produkt mehrerer Aufwandsmultiplikatoren EM_j . Sein Wertebereich ist gleichfalls durch das COCOMO festgelegt: $EM = \prod EM_j$, wobei gilt: $EM \in [0,078;60,679]$.

Welche Implikationen sich hieraus für die Plausibilisierung von Offshoring-Entscheidungen ergeben, wird nachfolgend diskutiert.

3.1 Constructive Cost Model und Offshoring

Das COCOMO-Verfahren ermittelt den Entwicklungsaufwand sowohl für sequentielle (z. B. Wasserfallmodell) als auch für gängige, iterative Vorgehensweisen (z. B. RUP oder MBASE) (Boehm et al. 2000). Die in diesem Artikel vorgestellte Erweiterung baut auf dem COCOMO auf, wobei iterative Entwicklungsprozesse im Fokus der Betrachtung stehen: Hierbei startet der Softwareentwicklungsprozess mit einer systemweiten Analyse und besteht dann aus einer Folge relativ unabhängiger Inkrement-Entwicklungen. Das erste Inkrement bildet ein Teilsystem mit eingeschränkter Funktionalität, das aber selbständig lauffähig ist und den Systemkern für die folgenden inkrementellen Erweiterungen bildet (Noack 2002). Das Ergebnis einer jeden Iteration ist ein eigenständiges und lauffähiges Modul, ein so genanntes *Build*.

Solche iterativ-inkrementellen Vorgehensweisen sind ein etablierter Standard, der sich bspw. auch im neu aufgelegten V-Modell XT der Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung wiederfindet. Sie werden als ein zentraler Aspekt gesehen, der dazu beitragen kann, Risiken bei der Anwendungsentwicklung zu minimieren (Boehm et al. 2000; Krcmar 2005; Kruchten 1999).

Da eine Offshoring-Entscheidung nicht notwendigerweise das gesamte Projekt betrifft, sondern ggf. nur bestimmte Projektphasen oder einzelne Teilkomponenten, stellt sich die Frage, wie sich derartige Entscheidungen auf den Gesamtaufwand auswirken. Hierbei sind insbesondere zwei Aspekte relevant, die bisher kaum Beachtung fanden, sich jedoch direkt aus dem COCOMO ableiten lassen:

- Zum einen ist es nicht ausreichend, allein den Entwicklungsaufwand für die auszulagernden Inkremente zu prognostizieren, da der Gesamtaufwand i. d. R. nicht der Summe der Inkrementaufwände entspricht.
- Zum anderen ist der Aufwand zur Erstellung und Integration eines Inkrements von anbieter- und projektspezifischen Faktoren abhängig, welche durch Offshoring-Entscheidungen beeinflusst werden.

Der erste Punkt folgt aus der Tatsache, dass der Gesamtaufwand mit zunehmender Projektgröße i. d. R. exponentiell wächst (der COCOMO-Exponent E ist meist größer als eins) und die Summe unabhängig voneinander ermittelter Inkrementaufwände damit zu einer Unterschätzung des Projektaufwands führt. Um nun COCOMO auf einen iterativ-inkrementellen Softwareentwicklungsprozess anwenden zu können und dabei den Entwicklungsaufwand für ein Inkrement zu bestimmen, führen (Benediktsson et al. 2003) in ihrem COCOMO-Derivat einen *glue code-Faktor* ein, der den Aufwand widerspiegelt, der notwendig ist, um ein Inkrement zu einem so genannten *build*, dem lauffähigen Ergebnis einer Iteration, hinzuzufügen.

Der zweite Punkt wird deutlich, wenn man das COCOMO näher betrachtet: In den Skalenfaktoren SF und in den Aufwandsmultiplikatoren EM werden die für ein Projekt charakteristischen unternehmens- bzw. projekt- und produktspezifischen Attribute abgebildet. Die Schätzung erfolgt auf einer ordinalen Skala, indem jedem Attribut eine der folgenden Ausprägungen zugewiesen wird: Extra Low, Very Low, Low, Nominal, High, Very High und Extra High. Jeder Ausprägung ist wiederum ein konkreter kardinaler Wert zugeordnet, woraus sich letztlich die zulässigen Wertebereiche für die Parameter E bzw. EM ergeben.

Gegebenenfalls werden einige Attribute durch Offshoring-Entscheidungen nicht tangiert. Beispiele hierfür können u. a. Attribute sein, welche die Produktkomplexität oder die Entscheidung der späteren Wiederverwendung von Komponenten betreffen. Einleuchtend ist ebenso, dass bspw. das Datenvolumen unabhängig davon sein kann, wie und wo das Produkt entwickelt wird.

Andere Attribute hingegen, welche bspw. die Mitarbeitererfahrung beschreiben (z. B. die PERS- und PREX-Faktoren, vgl. Tab. 2) sind u. U. hochgradig vom

Entwicklungsstandort abhängig und die Onshore-Aufwandsmultiplikatoren werden sich deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit von den Offshore-Aufwandsmultiplikatoren unterscheiden. Ggesetzt den Fall, der Offshore-Dienstleister bringt noch keine Kenntnis bzw. Erfahrung mit den spezifischen fachlichen Anforderungen mit, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der entsprechende Offshore-Aufwandsmultiplikator höher ausfallen wird, als der Onshore-Aufwandsmultiplikator. Umgekehrt kann der Offshore-Dienstleister ggf. vom spezifischen Domänen-Know-how profitieren und letztlich eine günstigere Ausprägung in den Aufwandsmultiplikatoren aufweisen.

Tab. 2 Übersicht der Offshoring-relevanten COCOMO-Faktoren (Boehm et al. 2000)

Von Offshoring betroffene Skalenfaktoren		
Faktor		Beschreibung
Personal	PREC	Erfahrung mit vorliegendem Projekttyp
	TEAM	Teamstabilität
Prozess	FLEX	Entwicklungsdynamik
	RESL	Risikomanagement
	PMAT	Prozessreife in der Softwareentwicklung nach dem CMM
Von Offshoring betroffene Aufwandsmultiplikatoren		
Faktor		Beschreibung
Fähigkeiten (PERS)	ACAP	Fähigkeit zur Analyse
	PCAP	Erfahrung der Programmierer
	PCON	Personalstabilität
Erfahrung (PREX)	APEX	Anwendungserfahrungen
	LTEX	Erfahrungen mit der Programmiersprache
	PLEX	Erfahrung mit der Anwendungsplattform
Umgebung (FCIL)	SITE	Verteilung des Entwicklungsteams
	TOOL	Entwicklungstools
Zeitplan	SCED	Zeitliche Rahmenbedingungen

Weiter wird das Attribut SCED, welches einen besonders hohen Wert annimmt, wenn der Zeitplan für das Projekt sehr eng gesteckt ist, für die Offshore-Alternative u. U. schlechter (höher) ausfallen, falls die Zeit, die für die zusätzliche Kommunikation und Koordination der Ergebnisse und Zwischenstände benötigt wird, für die eigentliche Entwicklung fehlt (weil z. B. Artefakte wie Anforderungsdokumente zu übersetzen sind). Aufgrund solcher Überlegungen lassen sich eine Reihe von Attributen identifizieren, welche von Offshoring-Entscheidungen betroffen sein können. Die obige Tab. 2 fasst die für die *Post-Architecture-Schätzung* relevanten und potenziell von Offshoring-Entscheidungen betroffenen Attribute zusammen. Auf eine detaillierte

Beschreibung aller COCOMO-Faktoren wird an dieser Stelle verzichtet und stattdessen auf die Originalquelle verwiesen (Boehm et al. 2000).

3.2 Offshoring Entscheidungs-Modell

Die vorhergehenden Überlegungen gehen nun in ein Entscheidungsmodell ein, dessen Annahmen im Folgenden begründet werden:

- (A1) Die fertige Software entspricht der Menge aller Inkremente (T). Die Gesamtgröße ($Size \in \mathbb{N}$) des Softwareentwicklungsprojekts sei bekannt und entspricht der Summe der neu zu erstellenden *LOC* aller Inkremente. Zur Leistungserstellung steht eine Menge (K) alternativer Anbieter ($k \in K$) zur Verfügung. Jedes Inkrement ($t \in T$) wird von genau einem Anbieter erstellt. Die Menge besteht aus den disjunkten und nicht leeren Mengen der Onshore- ($K^{on} \subseteq K$) und Offshore-Anbieter ($K^{off} \subseteq K$). Es gilt: $K^{on} \cup K^{off} = K$ und $K^{on} \cap K^{off} = \emptyset$.
- (A2) Es existiert eine Menge F von Abbildungen $f: T \rightarrow K$, die jedem Inkrement $t \in T$ genau einen Anbieter $k \in K$ zuordnet: $f(t) = k$. Für alle Abbildungen $f \in F$ gilt, f hat keinen Einfluss auf den erwarteten Nutzen und die Gesamtgröße *Size* des Softwareentwicklungsprojekts.
- (A3) Der Entscheider wählt diejenige Abbildung f , die mit den geringsten Gesamtkosten C verbunden ist.
- (A4) Die zu erbringende Teilleistung eines Inkrements t im Verhältnis zur Gesamtleistung (inkl. anteiligem *glue code*) wird mit $\delta_{t \in T} \in]0;1]$ bezeichnet, wobei die Summe aller Anteile genau 1 ist, also der Gesamtleistung entspricht: $\sum_{t \in T} \delta_t = 1$. Mindestens die erste Teilleistung (bspw. zur Definition der grundlegenden Architektur, Identifikation von Wiederverwendungspotenzial etc.) wird stets am eigenen Onshore-Standort entwickelt: $\exists t: f(t) \in K^{on}$.

- (A5) Die Unterschiede im Entwicklungsaufwand zwischen Anbietern lassen sich auf die anbieterspezifischen Kalibrierungskonstanten (A_k und B_k) und die Modellparameter ($EM_k \in [0,078;60,679]$ und SF_k) zurückführen. Diese können verschiedene, anbieterspezifische Ausprägungen innerhalb ihrer Definitionsbereiche annehmen, sind aber unabhängig von der Abbildung f des Projekts bekannt und konstant.
- (A6) Die Kosten $c_t(f)$ für ein Inkrement t unter der Abbildung $f \in F$ lassen sich über den anteiligen Inkrementaufwand $\delta_t \cdot PM(f)$ in Personenmonaten durch Multiplikation mit dem anbieterspezifischen durchschnittlichen Faktorkostensatz pro Personenmonat $w_k = w_{f(t)}$ bestimmen.

$$c_t(f) = \begin{cases} c_t^{on} = \delta_t \cdot w_k \cdot PM(f), & \text{falls } k \in K^{on} \\ c_t^{off} = \delta_t \cdot w_k \cdot PM(f), & \text{sonst} \end{cases}$$

- (A7) Da die Softwareentwicklung mittlerweile stark modular und der Entwicklungsprozess standardisiert ist, dominieren sprungfixe Kosten den Anteil der Offshoring-Zusatzkosten – sie fallen an sobald die Entscheidung getroffen wurde, ein Inkrement auszulagern – verändern sich jedoch kaum mit der Inkrementgröße. Für alle Anbieter $k \in K_{off}$ werden anfallende Offshoring-Zusatzkosten z_k , wie Transaktions-, Koordinations- und Reisekosten, additiv berücksichtigt. Variable Zusatzkosten für das zu entwickelnde Inkrement werden vernachlässigt. Für alle Onshore-Anbieter $k \in K_{on}$ fallen keine derartigen Zusatzkosten an.

$$z_k(f) = \begin{cases} 0, & \text{falls } k \in K^{on} \\ z_k, & \text{falls } k \in K^{off} \end{cases}$$

Eine Abbildung, die mindestens ein Inkrement t auf einen Offshoring-Anbieter abbildet, ist gegenüber einer anderen Abbildung, die alle Inkremente t auf Onshore-Standorte abbildet, genau dann vorteilhaft, wenn gilt, dass die Gesamtkosten ohne Offshoring $C^{on}(f)$ größer sind als die Gesamtkosten mit Offshoring $C^{off}(f)$:

$$C(f) = \begin{cases} C^{on} = \sum_{t \in T} c_t^{on} = \sum_{t \in T} [\delta_t \cdot w_k \cdot PM(f)], & \text{falls } \forall t : k \in K^{on} \\ C^{off} = \sum_{t \in T} [c_t^{off} + z_k(f)] = \sum_{t \in T} [\delta_t \cdot w_k \cdot PM(f) + z_k(f)], & \text{sonst} \end{cases}$$

Da sich die Überlegungen, welche für ein Inkrement gelten, auf n Inkremente übertragen lassen, wird im Folgenden der vereinfachte Fall einer Entscheidungssituation untersucht, bei der nur genau ein bestimmtes, aber beliebiges Inkrement $t \in T$ an einen alternativen Billiglohn-Standort verlagert werden kann. Alle anderen Inkremente werden auf denselben Onshore-Anbieter, welcher als Referenzpunkt dient, abgebildet. D. h. es existieren zunächst genau zwei zu vergleichende Anbieter ($|K^{off}| = |K^{on}| = 1$).

Der Kostenunterschied ΔC zwischen den zwei alternativen Abbildungen lässt sich unabhängig von der Gesamtzahl der Inkremente auf die Inkrement-Kostendifferenz zwischen Onshore- und Offshore-Anbieter reduzieren:

$$\Delta C = C^{on} - C^{off} = (\delta_t \cdot w^{on} \cdot PM^{on}) - (\delta_t \cdot w^{off} \cdot PM^{off} + z^{off}) \quad (3)$$

Wie in Abschnitt 0 gezeigt, wird der Projektaufwand gemäß COCOMO wie folgt ermittelt: $PM = A \cdot EM \cdot Size^E$. Eingesetzt in die obige Gleichung erhält man folgenden Ausdruck:

$$\Delta C = (w^{on} \cdot \delta_t \cdot A^{on} \cdot EM^{on} \cdot Size^{E^{on}}) - (w^{off} \cdot \delta_t \cdot A^{off} \cdot EM^{off} \cdot Size^{E^{off}} + z^{off})$$

Werden die Linearfaktoren w und EM jeweils zu einem neuen Faktor M^{on} bzw. M^{off} zusammengefasst, verkürzt sich der obige Ausdruck:

$$\Delta C = (\delta_t \cdot M^{on} \cdot Size^{E^{on}}) - (\delta_t \cdot M^{off} \cdot Size^{E^{off}} + z^{off})$$

Die Offshoring-Faktoren M^{off} und E^{off} lassen sich in Abhängigkeit von M^{on} bzw. E^{on} beschreiben. Hierbei wird analog zum COCOMO ähnlich wie bei den Kalibrierungskonstanten verfahren: Im Exponenten erfolgt die Anpassung über einen additiven, im Linearfaktor über einen multiplikativen Term (vgl. Kapitel 0):

$$M^{off} = \alpha \cdot M^{on} \text{ bzw. } E^{off} = E^{on} + \varepsilon$$

Damit kann der Kostenunterschied (anstatt als Differenz) als Produkt beschrieben werden, von welchem noch die verbleibenden Offshoring-Zusatzkosten z^{off} zu subtrahieren sind.

$$\Delta C = \delta_t \cdot M^{on} \cdot Size^{E^{on}} (1 - \alpha \cdot Size^{\varepsilon}) - z^{off} \quad (4)$$

Hierbei drückt der Koeffizient $\alpha \in \mathbb{R}_+$ den Vor- bzw. Nachteil in den Linearfaktoren aus, den der Offshore-Dienstleister gegenüber dem eigenen Anbieter realisieren kann, wobei die Lohnkostendifferenz bereits in α enthalten ist. Analog dazu entspricht der Parameter $\varepsilon \in [-0,21; 0,21]$ – für den gemäß COCOMO nur Werte innerhalb eines geschlossenen Intervalls zulässig sind – dem Vor- bzw. Nachteil, welcher in den Skalenfaktoren begründet ist.

Die Ausprägung des Faktors $(1 - \alpha \cdot Size^{\varepsilon})$, der fortfolgend als *relativer Einsparungskoeffizient* $R \in]-\infty; 1]$ bezeichnet wird, beschreibt die Kostenrelation zwischen den zwei Anbietern in Abhängigkeit der exogen gegebenen Parameter α und ε und der Projektesamtgröße $Size$. Dieser Faktor ist unabhängig von der Inkrementgröße. Für ein beliebiges Inkrement t ist die Verlagerung der Entwicklung genau dann vorteilhaft, wenn die absolute Einsparung ΔC positiv ist, d. h. $\Delta C > 0$ bzw. R größer ist als das Verhältnis von Offshoring-Zusatzkosten (z^{off}) zu anteiligen Inkrementkosten ($\delta_t \cdot M^{on} \cdot Size^{E^{on}}$). Dieses Verhältnis wird fortfolgend als *relative Offshoring-Zusatzkosten* bezeichnet.

$$(1 - \alpha \cdot Size^{\varepsilon}) > \frac{z^{off}}{\delta_t \cdot M^{on} \cdot Size^{E^{on}}} \quad (5)$$

Entscheidungsregeln, wie sie in der Praxis zu finden sind (s. o.), stellen unter den gegebenen Annahmen demnach nur unwahrscheinliche Spezialfälle dar, bei denen zwischen zwei Anbietern in den Skalenfaktoren und Aufwandsmultiplikatoren keine Unterschiede bestehen und Kostenunterschiede lediglich in den Lohnkostenunterschieden und den Zusatzkosten begründet sind. In allen anderen, wesentlich realistischeren Fällen, müssen zur Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit weitere Parameter berücksichtigt werden.

Lässt man die Offshoring-Zusatzkosten zunächst außer Acht, muss als Voraussetzung, um überhaupt Einsparungen erzielen zu können, $R > 0$ gelten. Von besonderem Interesse ist zunächst genau die Grenze, an der $(1 - \alpha \cdot Size^\varepsilon) = 0$ gilt. Die zulässigen Wertebereiche für α und ε sind bekannt und ergeben sich aus den zulässigen Wertebereichen des COCOMO und den Lohnkostenunterschieden. Für den Parameter *Size* wird ein realistischer Wertebereich wie folgt festgelegt: Als untere Grenze bietet sich die Mindestinkrementgröße (1.000 LOC) an, die notwendig ist, um das COCOMO-Verfahren überhaupt anwenden zu können (Boehm et al. 2000). Wählt man als obere Grenze den Wert 200.000 LOC, erhält man für $Size \in [1.000; 200.000]$ ein Intervall, in dem sich rund 90% aller Softwareentwicklungsprojekte befinden (Software Measurement Services 2005).

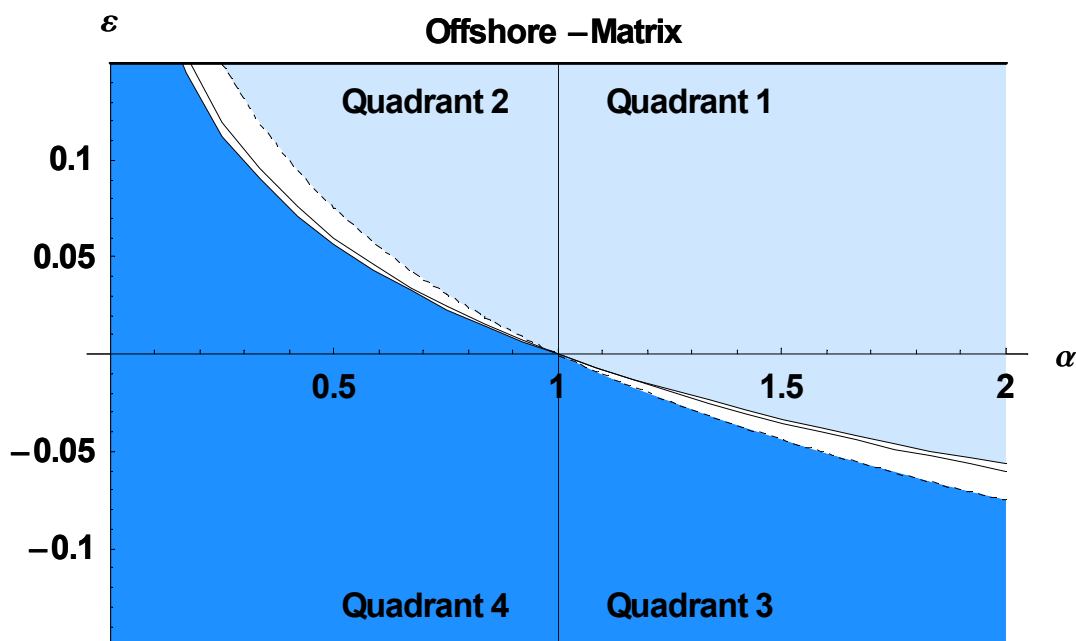


Abb. 1 Ausprägungen der relativen Einsparungen in Abhängigkeit von α , ε und *Size*

Das obige Abb. zeigt die Ausprägung von R in Abhängigkeit von α und ε , wobei sich drei Bereiche, die jeweils über zwei bzw. drei Quadranten verlaufen, unterscheiden lassen: im ersten Bereich (= dunkle Fläche) gilt unabhängig von der Projektgröße (*Size*) $R > 0$, d. h. hier lassen sich stets Einsparungen erzielen. Im zweiten Bereich (= helle Fläche) gilt wiederum unabhängig von *Size* $R < 0$. Damit sind in diesem Bereich nie Einsparungen möglich. Der dritte Bereich (= weiße Fläche) wird durch das, für die Projektgröße *Size* vorgegebene Intervall eingegrenzt: An der durchgezogenen Linie am Rand des kritischen Bereichs gilt $R = 0$, d. h.

Kostengleichheit gegenüber dem eigenen Anbieter, für maximal große Projekte mit 200.000 *LOC*. An der gestrichelten Linie gilt $R=0$ für sehr kleine Projekte mit 1.000 *LOC*. Die Linie dazwischen bildet die Grenzlinie für Projekte mit 100.000 *LOC*. Der eigene Anbieter erhält stets die (α, ε) -Koordinaten (1,0), jeder Offshore-Anbieter wird durch seine konkrete (α, ε) -Position charakterisiert, die mit einem bestimmten Kostenreduktionspotenzial verbunden ist.

Wenig überraschend ist der Sachverhalt im ersten und vierten Quadranten: Sofern der Anbieter in den Parametern α und ε „besser“ (also $\alpha < 1$ und $\varepsilon < 0$) bzw. in beiden Parametern „schlechter“ ist (also $\alpha > 1$ und $\varepsilon > 0$), lassen sich unabhängig von der Projektgröße immer bzw. nie Einsparungen realisieren. Interessant sind nun insbesondere folgende Aspekte, die sich unmittelbar aus obiger Darstellung ergeben:

Der kritische Bereich, in welchem der *relative Einsparungskoeffizient* R von der Projektgröße abhängt, ist überraschend schmal. Das bedeutet, dass die Projektgröße – obwohl sie einen wesentlichen Einfluss auf den Projektaufwand und damit auf die Projektkosten hat – unter den gegebenen Annahmen für die Frage der Einsparpotenziale offensichtlich eine untergeordnete Rolle spielt. Da sich die Projektgröße zudem auf ein deutlich kleineres Intervall (als zwischen sehr klein und sehr groß) eingrenzen lässt, ist der kritische Bereich realistischerweise sogar deutlich schmaler bzw. die Bereiche, in welchen sich unabhängig von der Projektgröße immer bzw. nie Einsparungen realisieren lassen, entsprechend größer.

Wie nachfolgend am Beispiel der Fallstudie illustriert wird, ändert sich dieser Sachverhalt auch dann nicht, wenn die bisher vernachlässigten relativen Offshoring-Zusatzkosten berücksichtigt werden. Zudem lässt sich zeigen, wie eine pragmatische Abschätzung der für Offshoring-Fragestellungen wichtigen Parameter α und ε erfolgen kann.

Beispiel (Bewertungsweise 2):

Durch die Beauftragung des Anbieters A lässt sich (wie eingangs erwähnt) ein Lohnkostenvorteil realisieren. Daneben sind eine Reihe weiterer Faktoren zu berücksichtigen. Im ersten Schritt werden die Unterschiede in den Aufwandmultiplikatoren abgeschätzt.

Gegenüber dem eigenen Unternehmen, an dem langjährige Mitarbeiter mit profundem Domänen- und IT-Know-how verfügbar sind, werden die personalspezifischen Attribute $ACAP$, $PCAP$ und $PCON$ (vgl. Tab. 2) des Anbieters A teilweise als schlechter eingeschätzt. Für das eigene Unternehmen werden die Attributausprägungen durchweg als „sehr gut“ eingeschätzt, woraus sich – gemäß COCOMO – für die eigenen Attribute $\{ACAP^{on}, PCAP^{on}, PCON^{on}\}$ die Werte $\{0,71; 0,76; 0,81\}$ ergeben.

Für den Anbieter A hingegen, werden die Attribute $ACAP^{off}$ und $PCON^{off}$ gemäß COCOMO als „normal“, $PCON^{off}$ als „gut“ eingeschätzt, woraus sich die Ausprägungen $\{ACAP^{off}, PCAP^{off}, PCON^{off}\} = \{1,0; 1,0; 0,9\}$ ergeben.

Hinsichtlich der Unternehmenserfahrung in der Entwicklung bankfachlicher Anwendungen, die sich im Multiplikator $APEX$ niederschlägt, wird Anbieter A als unwesentlich schlechter beurteilt. Ebenso werden die Faktoren, welche die Plattform- und Toolererfahrung widerspiegeln ($LTEX$ und $PLEX$) als gleichwertig angesehen. Aber es ist davon auszugehen, dass sich durch die Inanspruchnahme der Offshoring-Dienstleistung die Aufwandsmultiplikatoren $SITE$ und $SCED$ in ihren Werten leicht verschlechtern. Dadurch, dass das Projekt über mehrere Standorten verteilt stattfinden würde, müsste der Wert für $SITE$ auf 1,22 (anstatt 1) korrigiert werden. Außerdem würden die im Falle der Auslagerung zusätzlich notwendigen Aktivitäten (z. B. Vertragsgestaltung, Detaillierung des Fachkonzepts etc.) Zeit beanspruchen, die von der insgesamt zur Verfügung stehenden Projektzeit abzuziehen ist, sodass sich der voraussichtliche Wert für das Attribut $SCED$ von 1 auf 1,14 verschlechtern würde.

Insgesamt ergibt sich damit für den Anbieter A ein unter Berücksichtigung der Lohnkostenvorteile (von 78%) für den Parameter α_A ein Wert von $\alpha_A = 0,7$. D. h. die schlechteren Werte in den Aufwandsmultiplikatoren, werden nach wie vor durch den Lohnkostenvorteil überkompensiert.

Hinsichtlich der Skalenfaktoren ergibt sich folgendes Bild: Anbieter A verfügt nicht über eine vergleichbar große Projekthistorie ähnlicher Projekte, sodass das projektspezifische Attribut $PREC$ gegenüber dem eigenen Unternehmen als eine Stufe schlechter beurteilt wird. Hieraus resultiert eine Differenz in den

Attributausprägungen von 1,24. Hinsichtlich des Attributs *TEAM* wird davon ausgegangen, dass sich dessen Ausprägung bei einer internationalen Zusammenarbeit von 1,1 – was dem COCOMO-Wert für „sehr gut“ entspricht – auf 2,19 leicht verschlechtert, sodass hieraus ein Skalenfaktorunterschied von 1,09 resultiert. Aus dem Attribut *PMAT*, dessen Ausprägung die Prozessgüte wiedergibt, ergibt sich eine negative Skalenfaktordifferenz von -1,43, da der Anbieter A einen höheren CMMI-Level aufweist.

Ferner werden die Attributausprägungen *RESL* und *FLEX* als gleichwertig eingeschätzt. Da sich die Skalenfaktoren insgesamt additiv verhalten, ist der Skalenfaktor des Anbieters A um 0,9 schlechter als der des eigenen Unternehmens, woraus letztlich ein Parameterwert für ε in Höhe von $\varepsilon_A = +0,01$ resultiert (die Summe aller Skalenfaktoren wird im COCOMO mit 0,01 gewichtet, s. o.). Vergleichbare Überlegungen lassen sich für den Anbieter B anstellen und führen zu den Parameterwerten $\alpha_B = 0,5$ und $\varepsilon_B = +0,04$ (vgl. Punkte A und B in Abb. 2).

Da es sich bei dem Projekt außerdem um ein Großprojekt handelt, lässt sich der Wertebereich für *Size* ohne weiteres auf die obere Hälfte des oben begründeten Intervalls einschränken ($Size \in [100000 ; 200000]$). Die ursprünglich angenommenen 15% für die relativen Offshoring-Zusatzkosten werden sicherheitshalber sowohl für Projekte am unteren Rand des Intervalls, als auch für sehr große Projekte unterstellt. Sie verursachen die Linksverschiebung der kritischen Linien gegenüber der vorherigen Darstellung. Damit lässt sich der neue Sachverhalt visualisieren (s. **Abb. 2**, Punkte A und B): Anbieter A und B liegen beide im Bereich, in dem sich grundsätzlich Einsparungen realisieren lassen (= dunkle Fläche). Der große Unterschied in den Kosteneinsparungspotenzialen zwischen den beiden Anbietern hat sich gegenüber der ersten Betrachtungsweise jedoch deutlich relativiert:

Bei Verlagerung an den Anbieter A sind relative Einsparungen in Höhe von $R^A = 0,21$ bei Anbieter B in Höhe von $R^B = 0,24$ zu erwarten.

3.3 Modellvalidierung und Anwendung

Die bisherigen Überlegungen zeigen, wie sich – neben dem wichtigen Kriterium der Lohnkostenunterschiede – weitere Kriterien, welche die Vorteilhaftigkeit von

Offshoring-Entscheidungen beeinflussen, quantifizieren und in die Bewertung der Alternativen einbeziehen lassen.

Ob sich das Modell in die Praxis transferieren lässt, ist zunächst davon abhängig, wie realitätstreu die auf Basis obiger Annahmen entwickelten Ergebnisse sind. Dieser Prozess der Beurteilung wird als Validierung bezeichnet (IEEE 1990). Das hier vorgestellte und noch empirisch zu validierende Modell basiert im Kern auf dem von Barry Boehm entwickelten Aufwandsschätzverfahren COCOMO, sodass die Frage nach der Güte des COCOMO gestellt werden muss: dessen Schätzgenauigkeit wurde u. a. von (Kemer 1987) und (Miyazaki und Mori 1985) untersucht. Im Ergebnis zeigen beide Untersuchungen, dass COCOMO bei adäquater Kalibrierung hinreichend gute Schätzgenauigkeit aufweist (vgl. auch Bächle et al. 1995).

In der Praxis sind jedoch i. A. die COCOMO-Parameter der am Softwareentwicklungsprozess beteiligten Parteien eben nicht bekannt bzw. exakt ermittelbar. Die Auswirkungen dieser Unsicherheit auf das Entscheidungsmodell werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Modellanwendung unter Unsicherheit

Bisher wurde davon ausgegangen, dass sich die für die Frage des Kosteneinsparungspotenzial wichtigen Parameter α , ε und *Size* eindeutig bestimmen lassen (vgl. (A.5)). Die Praxis hingegen zeigt, dass die Kalibrierung des COCOMO-Modells problematisch sein kann. Speziell bei Softwareentwicklungsprojekten ist die Abschätzung der Projektparameter, der voraussichtlichen Projektgröße bzw. Projektdauer i. d. R. mit Unsicherheit verbunden – u. a. können auch derartige Fehleinschätzungen ursächlich für das Verfehlen der prognostizierten Vorteilhaftigkeit sein.

Ein Vorteil des hier vorgestellten Modells liegt allerdings darin, dass – im Gegensatz zur Aufwandsschätzung mit COCOMO – die absoluten Werte der Onshore- und Offshore-Parameter nicht bekannt sein müssen, sondern lediglich deren Differenzen bzw. Verhältnisse zueinander. Die Anwendung in der Praxis wird dadurch vereinfacht, wobei aber die Unsicherheit in der Projektgröße *Size* und in den Modellparametern α und ε grundsätzlich nicht vollständig eliminiert werden kann.

Bevor die Anwendung des Modells unter Unsicherheit näher betrachtet wird, ist festzulegen, wie der Entscheidungsträger unter Unsicherheit entscheidet. Wir gehen

für die nachfolgende Betrachtung von einem *risikoneutralen Entscheider* aus, der sich ausschließlich am Erwartungswert orientiert und eine Alternative mit niedrigeren erwarteten Kosten gegenüber einer anderen mit höheren präferiert.

Unsicherheit in den Modellparametern

Es lässt sich zeigen, dass von den mit großer Unsicherheit behafteten Modellparametern die ermittelte Projektgröße *Size*, welche im COCOMO die Grundlage zur Berechnung des Projektaufwands bildet, im Endeffekt nur unwesentlichen Einfluss auf die mit einer Offshoring-Entscheidung verbundenen, relativen Einsparungen hat. Selbst bei maximal schlechter Schätzung der Projektgröße und extrem ungünstigen (und unwahrscheinlichen) Parameterkonstellationen, werden die erzielten Einsparungen aufgrund von Fehleinschätzungen des Parameters *Size* nur um wenige Prozentpunkte vom erwarteten Wert abweichen (vgl. Anhang I). Ohne Fehlentscheidungen zu provozieren kann deshalb für die Projektgröße nach wie vor ein realistischer, mittlerer und diskreter Wert angenommen werden.

Wesentlich bedeutsamer sind die Parameter α und ε , welche sich aus den Unterschieden in den COCOMO-Attributen und den Lohnkosten von Onshore- und Offshore-Anbieter ergeben. Deren Unsicherheit resultiert vor allem in der Fehleinschätzung der anbieterseitigen Attributausprägungen. Der Aufwandsmultiplikator EM^{off} ist das Produkt nicht dominierender, beschränkter unabhängiger und nichtnegativer Teilfaktoren. Werden diese Teilfaktoren jeweils als unsichere Größen (Zufallsvariablen) aufgefasst, folgt aus dem zentralen Grenzwertsatz unmittelbar, dass sich die Wahrscheinlichkeitsverteilung von EM^{off} hinreichend genau mit einer Lognormalverteilung beschreiben lässt (Lindeberg-Bedingung, vgl. (Boehm et al. 2000, Rény 1966)). Unabhängig von der exakten Verteilungen der Einzelfaktoren kann für EM^{off} eine realitätsnahe (DeMarco 1982; Gaulke 2004; KPMG 1994; Standish Group 2004), linksschiefe, nach unten begrenzte Verteilung angenommen werden. Da der eigene Aufwandsmultiplikator EM^{on} nach wie vor als sicher angenommen werden kann, ist der Parameter α (

$\alpha := \frac{EM^{off}}{EM^{on}}$) folglich ebenso unsicher und lognormal. Er wird im Weiteren als

$\tilde{\alpha} \sim LN(\mu_{\alpha}; \sigma_{\alpha})$ bezeichnet, um kenntlich zu machen, dass es sich hierbei um eine lognormalverteilte Zufallsgröße handelt.

Betrachtet man die einzelnen Skalenfaktoren des COCOMO („Precendentedness“, „Development Flexibility“, „Risk Resolution“, „Team Cohesion“ und „Process Maturity“) lässt sich feststellen, dass hierbei grundsätzlich voneinander unabhängige Faktoren beschrieben werden (Boehm et al. 2000). Damit kann der zusammengefasste Skalenfaktor SF^{off} des Offshorers als Summe unabhängiger Teilfaktoren interpretiert werden. Der zentrale Grenzwertsatz besagt, dass die Summe hinreichend vieler unabhängiger Zufallsvariablen beliebiger Verteilung annähernd normalverteilt ist und damit ebenso in erster Näherung der Parameter ε , der fortfolgend als normalverteilte Zufallsvariable $\tilde{\varepsilon} \sim N(\mu_{\varepsilon}; \sigma_{\varepsilon})$ bezeichnet wird. Es lässt sich zeigen, dass bei diskreter Projektgröße die Zufallsvariable $\tilde{S} = Size^{\tilde{\varepsilon}}$ und auch das Produkt aus $\tilde{\alpha} \cdot \tilde{S}$ damit lognormal verteilt sind. Die resultierende Zufallsvariable \tilde{R} , welche die unsicheren, relativen Einsparungen beschreibt, ist dadurch stets Element des Intervalls $] -\infty; 1]$.

Die sich ergebende Konsequenz ist unter den obigen Annahmen und für die Betrachtung der durch Offshoring erwarteten Einsparungen äußerst relevant: Da der Erwartungswert einer lognormalverteilten Zufallsvariablen ansteigt, sobald sich deren Standardabweichung erhöht, führt eine höhere Unsicherheit unweigerlich dazu, dass der Erwartungswert des Produkts $\tilde{\alpha} \cdot \tilde{S}$ steigt bzw. der Erwartungswert der relativen Einsparungen \tilde{R} sinkt. Wegen der Unabhängigkeit von $\tilde{\alpha}$ und \tilde{S} gilt:

$$E(\tilde{R}) = E(1 - \tilde{\alpha} \cdot \tilde{S}) = 1 - E(\tilde{\alpha}) \cdot E(\tilde{S}) = 1 - E(\tilde{\alpha}) \cdot E(Size^{\tilde{\varepsilon}})$$

Das heißt: Je größer die Unsicherheit bezüglich der Parameterausprägungen ist, desto geringer ist der Erwartungswert des relativen Einsparungskoeffizienten $E(\tilde{R})$.

Um den Erwartungswert von \tilde{R} zu bestimmen, ist es hinreichend, die Erwartungswerte für $\tilde{\alpha}$ und $\tilde{\varepsilon}$ separat zu bestimmen. Hierzu eignet sich eine Szenarioanalyse, bei der die Schätzung eines optimistischen und pessimistischen Szenarios mit zugehörigen Wahrscheinlichkeiten erfolgt:

1. Definition zweier Szenarien: Für die Zufallsvariablen $\tilde{\alpha}$ und $\tilde{\varepsilon}$ werden jeweils Intervalle $((\alpha_{\min}, \alpha_{\max})$ bzw. $(\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\max})$) zwischen einer oberen (pessimistischen) und unteren (optimistischen) Schranke festgelegt. Weiter müssen die (kumulierten) Wahrscheinlichkeiten $(p_{\min}^{\alpha}, p_{\max}^{\alpha})$ bzw. $(p_{\min}^{\varepsilon}, p_{\max}^{\varepsilon})$ bis zu den Intervallgrenzen abgeschätzt werden. D. h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Realisierungen von $\tilde{\alpha}$ bzw. $\tilde{\varepsilon}$ innerhalb des Intervalls liegt, entspricht der Differenz $p_{\max}^{\alpha} - p_{\min}^{\alpha}$ bzw. $p_{\max}^{\varepsilon} - p_{\min}^{\varepsilon}$.

2. Berechnung der Lageparameter: Mit Hilfe der entsprechenden Quantile der Standardnormalverteilung (q_{\min}, q_{\max}) lassen sich die Lageparameter der Zufallsvariablen $\tilde{\alpha}$ und $\tilde{\varepsilon}$ bzw. \tilde{S} bestimmen (s. Anhang II und (Bamberg und Baur 2002)).

3. Bestimmung der erwarteten relativen Einsparungen: Sind die Verteilungsparameter der beiden Zufallsvariablen $\tilde{\alpha}$ und \tilde{S} bekannt, lassen sich die zugehörigen Erwartungswerte ermitteln und damit auch das Produkt, aus welchem sich die erwarteten relativen Einsparungen $E(\tilde{R})$ errechnen lassen.

Die Vorgehensweise und die Auswirkungen der Unsicherheit auf die Offshoring-Entscheidung, die nicht zuletzt aus der i. d. R. schwierigen Ermittelbarkeit der notwendigen Daten beruht, werden erneut am Beispiel der Fallstudie veranschaulicht.

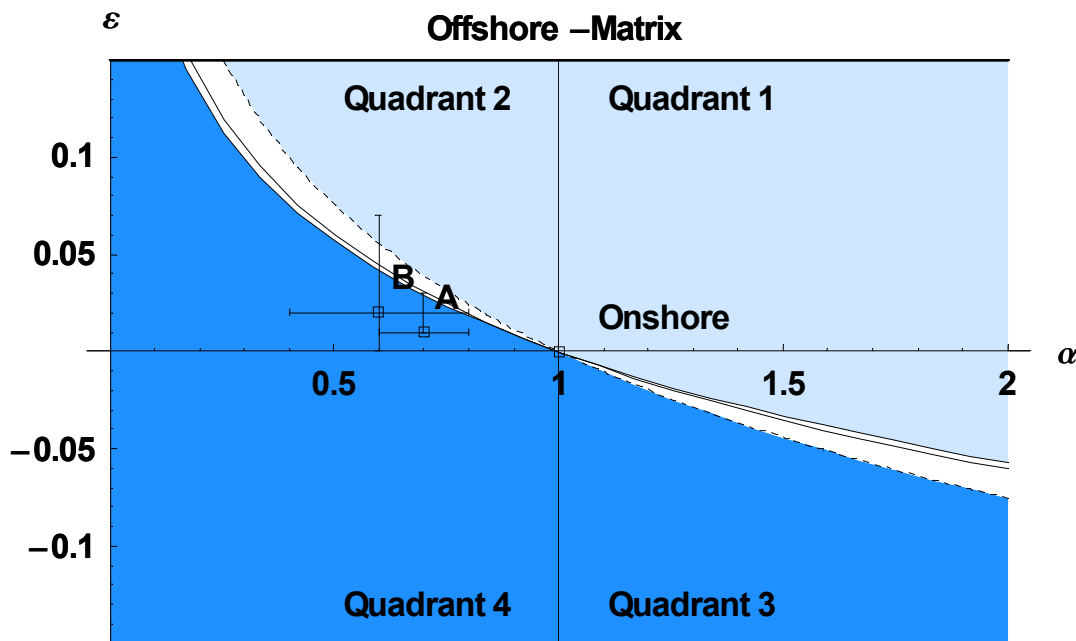


Abb. 2 Ausprägungen der relativen Einsparungen (Bewertungsweise 2 und 3)

Beispiel (Bewertungsweise 3):

Im Gegensatz zum vorherigen Beispiel sind nun nicht Schätzer direkt für die Erwartungswerte von $E(\tilde{\alpha})$ und $E(\tilde{\varepsilon})$ zu ermitteln, sondern obere und untere Schranken und zugehörige Wahrscheinlichkeiten zu bestimmen. Die mittlere Projektgröße wird mit $Size = 150.000 LOC$ festgelegt.

Anbieter A

1. Schritt: In Zusammenarbeit mit dem Dienstleister A wurden in der Vergangenheit bereits einige Projekte durchgeführt, sodass sich die Projektverantwortlichen für Anbieter A genauere Schätzungen (als für den IT-Dienstleister B) zutrauen: Ausgehend von einem sehr *optimistischen Szenario*, bei dem der Anbieter in den Aufwandsmultiplikatoren und Skalenfaktoren wesentlich besser wäre als der ersten Schätzung zufolge, werden für $\tilde{\alpha}_A$ und $\tilde{\varepsilon}_A$ die unteren Schranken bei $\alpha_{\min} = 0,6$ und $\varepsilon_{\min} = 0$ festgelegt. Die Wahrscheinlichkeit, dass Anbieter A diese optimistischen Schranken nach unten durchbricht – also besser ist – wird bei lediglich 5% gesehen. Die Schranken für die pessimistischen Szenarien, welche ebenfalls nur in 5% aller Fälle überschritten werden sollen, wählen sie bei $\alpha_{\max} = 0,8$ bzw. $\varepsilon_{\min} = 0,02$. Damit liegen (der Schätzung zu Folge) 90% der Realisierungen innerhalb der gewählten Schranken.

2. Schritt: Über die zugehörigen 95%-Quantile der Standardnormalverteilung ($q_{\min}^{5\%} = -1,65, q_{\max}^{95\%} = +1,65$) lassen sich die Lageparameter der Zufallsvariablen $\tilde{\alpha} \sim LN(-0,37;0,09)$ bzw. $\tilde{S} \sim LN(0,12;0,07)$ bestimmen.

3. Schritt: Aus den zugehörigen Erwartungswerten $E(\tilde{\alpha}) = 0,69$ und $E(\tilde{S}) = 1,13$ ergibt sich der Erwartungswert der relativen Einsparungen $E(\tilde{R}) = 0,2$. Dieser Wert deutet darauf hin, dass Einsparungen in Höhe von 20% mit der Verlagerung der Inkremententwicklung an Anbieter A zu erwarten sind. Das Ergebnis reagiert (wie erwartet) nicht sehr sensitiv auf Veränderungen der Projektgröße. Legt man nach wie vor das Intervall $[100000;200000]$ für die Projektgröße zugrunde, schwanken die erwarteten relativen Einsparungen $E(\tilde{R})$ um ± 2 Prozentpunkte. Eine Schwankung in dieser Größenordnung kann problemlos vernachlässigt werden.

Anbieter B

1. Schritt: Zu Anbieter B existiert (im Gegensatz zu Anbieter A) – abgesehen von kleinen Teilprojekten – so gut wie keine gemeinsame Projekthistorie, sodass die mit der Schätzung verbundene Unsicherheit von der Projektleitung als vergleichsweise hoch eingestuft wird. Da bei diesem Anbieter B der Vorteil im Faktor α_B vor allem in niedrigen Lohnkosten begründet liegt, während die COCOMO-Aufwandsmultiplikatoren als grundsätzlich schlechter eingestuft werden, wird die untere, optimistische 5%-Schranke auf $\alpha_{\min} = 0,4$ gesetzt. Das bedeutet im Vergleich mit dem eigenen Anbieter, dass Anbieter B im Produkt der Aufwandsmultiplikatoren (ohne Lohnkosten) mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% um mindestens Faktor 3,3 schlechter eingeschätzt wird. Anders ausgedrückt hält man es für sehr wahrscheinlich, dass Anbieter B im Durchschnitt in den neun genannten Attributen (vgl. Tab. 2) jeweils um den Faktor $\sqrt[3]{3,3} = 1,14$ schlechter als der eigene Anbieter bewertet wird. Dies entspricht ungefähr einer durchschnittlichen Mindestabweichung von einer Bewertungsstufe in jedem Attribut (z. B. „gut“ statt „sehr gut“). Abweichungen nach oben werden aufgrund der unsicheren Einschätzungen für sehr realistisch erachtet, sodass die 95% Schranke relativ hoch bei $\alpha_{\max} = 0,8$ festgelegt wird.

Die optimistische und pessimistische Schranke hinsichtlich des Unterschieds in den Skalenfaktoren, innerhalb derer die Realisierung mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% liegen, werden von den Projektverantwortlichen auf $\varepsilon_{\min} = 0,01$ und $\varepsilon_{\max} = 0,07$ festgelegt.

2. Schritt: Berechnung analog wie bei Anbieter A.

3. Schritt: Insgesamt ergibt sich hieraus für Anbieter B ein Erwartungswert für \tilde{R} von $E(\tilde{R}) = 0,03$, d. h. ohne Berücksichtigung evtl. anfallender Zusatzkosten sind bestenfalls noch marginale Einsparungen zu erwarten. Aufgrund des Werts für $E(\tilde{R})$ nahe Null sind die prozentualen Abweichungen bei Veränderungen der Projektgröße zwar hoch (bspw. 200%, da $E(\tilde{R}|100.000 LOC) = 0,06$), die absoluten Abweichungen hingegen sind nach wie vor vernachlässigbar.

Vergleich A und B

Interessant ist natürlich auch die Frage, welche 95%-Quantile sich letztlich für \tilde{R} ergeben: Für Anbieter A liegen der Schätzung zufolge 90% aller Realisierungen von \tilde{R}^A im Intervall $[R_{\min}, R_{\max}] = [-0,01; 0,4]$ und nur mit einer Wahrscheinlichkeit von $P(\tilde{R}^A < 0) = 6\%$ ist damit zu rechnen, dass keine Einsparungen erzielt werden.

Anders zeigt sich die Situation bei Anbieter B. Infolge der hohen Unsicherheit der Parameterausprägungen für Anbieter B liegen die entsprechenden Intervallgrenzen bei $[R_{\min}, R_{\max}] = [-0,76; 0,54]$ und nur mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. $P(\tilde{R}^B > 0) = 40\%$ sind geringe Einsparungen zu erwarten (s. Fehlerbalken in Abb. 2).

Tabelle 3 fasst die Ergebnisse der einzelnen beispielhaften Entscheidungssituationen zusammen. Nach Berücksichtigung weiterer Parameter und der mit der Schätzung verbundenen Unsicherheit, geht der Vorteil von Anbieter B gegenüber Anbieter A verloren. Von den anfänglich erwarteten relativen Einsparungen bei Anbieter B in Höhe von 60% bleiben nach Prüfung weiterer Parameter und unter Berücksichtigung der Risiken nur noch wenige Prozentpunkte übrig, bei Anbieter A hingegen immerhin noch 20% von ursprünglich 50%.

Zwar sind auch für Anbieter A deutliche Korrekturen in den erwarteten Einsparungen vorzunehmen. Die insgesamt besseren COCOMO-Parameter führen allerdings dazu,

dass sich die Lohnkostenvorteile nach wie vor positiv auswirken. Die vergleichsweise geringe Unsicherheit verschlechtert den Erwartungswert der relativen Einsparungen nur unwesentlich.

Bisher wurde ein risikoneutraler Entscheider unterstellt. Unterstellt man hingegen einen *risikoaversen Entscheider*, ist darüber hinaus noch das Risiko, geringere Einsparungen als erwartet zu erzielen, bspw. über einen entsprechenden Risikoabschlag auf den Erwartungswert $E(\tilde{R})$ zu berücksichtigen. Dies würde die Vorteilhaftigkeit des Anbieters A gegenüber dem eigenen Anbieter zusätzlich reduzieren.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Dass sich die prognostizierten Einsparungen bei Offshoring-Projekten im Nachhinein vielfach nicht realisieren (Aelera 2004) ist vor dem Hintergrund der vorgestellten Überlegungen wenig überraschend. Es wurde deutlich, dass die Konzentration auf die reinen Lohnkostenunterschiede und die gleichzeitige Vernachlässigung weiterer Einflussparameter Fehlentscheidungen provozieren kann (vgl. Tabelle 3).

Auf Basis des weit verbreiteten und etablierten COCOMO wurde gezeigt, wie die Modellparameter α , ε und *Size* die relativen Einsparungen beeinflussen. Bemerkenswert hierbei ist die Tatsache, dass die Projektgröße *Size* – obwohl sie ein wesentlicher Aufwandstreiber ist – die Vorteilhaftigkeit der Offshoring-Entscheidung nur unwesentlich beeinflusst. Damit entfällt für die Frage des Offshorings die Notwendigkeit, in frühen Projektphasen eine aufwändige und wenig aussagekräftige Approximation der Projektgröße durchzuführen. Es ist hinreichend, das Projekt einer groben Größenklasse zuzuordnen.

Tabelle 3 Überblick Entscheidungssituationen

	Anbieter A	Anbieter B
1. Fall: Berücksichtigung der Faktorkostenunterschiede	$\alpha = 0,52$ $\varepsilon = -$ $R = 0,5$	$\alpha = 0,6$ $\varepsilon = -$ $R = 0,6$
↪ Wähle Anbieter B		
2 Fall: zusätzlich Berücksichtigung von Abweichungen in den Aufwandsmultiplikatoren und Skalenfaktoren (Werte für eine erwartete Projektgröße von 150.000 LOC)	$\alpha = 0,7$ $\varepsilon = 0,01$ $R = 0,21$	$\alpha = 0,6$ $\varepsilon = 0,02$ $R = 0,24$
↪ Wähle Anbieter A oder B		
3 Fall: zusätzlich Berücksichtigung der mit der Schätzung verbundenen Unsicherheit (Werte für eine erwartete Projektgröße von 150.000 LOC)	$E(\tilde{\alpha}) = 0,69$ $[\alpha_{\min}; \alpha_{\max}] = [0,6; 0,8]$ $E(\tilde{\varepsilon}) = 0,01$ $[\varepsilon_{\min}; \varepsilon_{\max}] = [0; 0,02]$ $E(\tilde{R}) = 0,21$ $[R_{\min}; R_{\max}] = [0,01; 0,4]$ $P(R > 0) = 94\%$	$E(\tilde{\alpha}) = 0,58$ $[\alpha_{\min}; \alpha_{\max}] = [0,4; 0,8]$ $E(\tilde{\varepsilon}) = 0,01$ $[\varepsilon_{\min}; \varepsilon_{\max}] = [0,01; 0,07]$ $E(\tilde{R}) = 0,03$ $[R_{\min}; R_{\max}] = [-0,76; 0,54]$ $P(R > 0) = 39\%$
↪ Wähle Anbieter A		

Die Bestimmung der Modellparameter α und ε hingegen ist ein zentrales Element, um Offshoring-Entscheidungen zu bewerten. Dabei können die zahlreichen Beschreibungen, wie die COCOMO-Parameter zu schätzen sind, hilfreich sein. Die Bestimmung der Modellparameter erfolgt im Vergleich mit dem eigenen Anbieter. Da die Einschätzung darüber, ob ein anderer Anbieter bessere oder schlechtere Attributausprägungen aufweist, wesentlich leichter sein dürfte als die Bestimmung der absoluten Attributausprägung, wird damit die Bestimmung der Parameter α und ε zudem deutlich erleichtert.

Dass neben der reinen Aufwandsbetrachtung auch die Berücksichtigung der mit der Auslagerung von Softwareentwicklungsprojekten verbundenen Risiken notwendig und sinnvoll ist, ist unbestritten. Allerdings findet sich in der Literatur kaum eine Vorgehensweise, die eine Quantifizierung der Risiken erlaubt. Hier kann das Modell helfen, einen Teil der Offshoringrisiken zu erklären und zu quantifizieren.

Bei der Berücksichtigung von Unsicherheit wurde deutlich, dass eine zu Beginn vermutete deutliche Vorteilhaftigkeit (Anbieter B), unter Berücksichtigung der mit der Parameterschätzung verbundenen Unsicherheit, schnell zum Glücksspiel werden kann. Ursache hierfür ist, dass die auf Grund der begründeten Verteilungsannahmen erhöhte Unsicherheit zwangsläufig den Erwartungswert der Einsparungen verringert. Zudem sind aus Grund der Schiefe der Verteilung letztlich – im Vergleich zum Erwartungswert – geringere Einsparungen wahrscheinlicher als höhere.

Das oben skizzierte Verfahren zur Entscheidungsunterstützung adressiert die Kostenseite während der Entwicklungszeit. Zum einen ist zu beachten, dass im COCOMO grundsätzlich nur Entwicklungskosten berücksichtigt werden. Die Folgekosten in der Wartungs- und Betriebsphase des Software Life-Cycles können von der Offshoring-Entscheidung ggf. ebenso beeinflusst werden, sodass sich die in der Entwicklungsphase erzielten Einsparungen nachträglich erhöhen oder verringern können. Zum anderen sind letztlich mit einem Softwareprojekt weitere zentrale Entscheidungsgrößen verbunden, die ggf. in die Bewertung einzubeziehen sind (bspw. Qualität, Funktionalität oder Entwicklungsdauer (Sneed 1987)). Es wäre deshalb zu prüfen, wie sich diese Aspekte berücksichtigen lassen. Da sich die Entwicklungsdauer ebenfalls über ein COCOMO-Teilmodell bestimmen lässt, erscheint eine dahingehende Modellerweiterung möglich. Ebenso existieren zur Qualitätsbestimmung zahlreiche Metriken. Beispielsweise stellt (Devnani-Chulani 2004) mit COQUALMO (*Constructive Quality Model*) ein COCOMO-Derivat vor, welches im Wesentlichen auf den gleichen Modellparametern wie COCOMO beruht, was auch eine Erweiterung in diese Richtung erlaubt. Allerdings ist anzumerken, dass eine empirische Validierung vom COQUALMO – im Gegensatz zum COCOMO – noch nicht stattgefunden hat.

Ein weiterer Kritikpunkt ergibt sich aus der Betrachtungsweise eines Projekts. Ausgangspunkt waren der Projektgesamtaufwand und die Aufwände für einzelne

Inkrementen. Allerdings wurde nicht thematisiert, wie sich die Aufwände auf die einzelnen Projektphasen und Workflows (bspw. Analyse, Design, Implementierung oder Test) verteilen. Legt man ein gängiges Prozessmodell zur Softwareentwicklung wie z. B. den *Rational Unified Process* zugrunde, liegt die Vermutung nahe, dass sich einige Workflows (z. B. Implementierung oder Testing) besser als andere (z. B. Business Modelling oder Requirements Engineering) für das Offshoring eignen. Diesen Trend haben einzelne Anbieter bereits erkannt und bieten bspw. in sogenannten Testfactories ausschließlich Dienstleistungen zur Qualitäts- und Funktionsüberprüfung an (bspw. das Jointventure „TÜViT/Disha-Test Factory“ der deutschen TÜV iT GmbH und dem indischen Unternehmen Disha Technologies). Eine genauere Betrachtung dieses Sachverhalts könnte daher eine sinnvolle Erweiterung darstellen.

Dem vorgestellten Verfahren fehlt bislang die empirische Validierung, es bildet jedoch eine geeignete Basis, die sich im Hinblick auf die oben genannten Fragestellungen weiter ausbauen lässt.

Literaturverzeichnis (Kapitel II)

- Aelera (2004.) Outsourcing IT: Over Here vs. Over There – The Promise and the Perils. Alpharetta (GA)
- AT Kearney (2004) Making Offshore Decision. A.T. Kearney's 2004 Offshore Location Attractiveness Index (2004). http://www.atkearney.com/shared_res/pdf/Making_Offshore_S.pdf, Abruf am 28.09.2004
- Bamberg G, Baur F (2002): Statistik, München, Wien, Oldenbourg.
- Banker RD, Chang H, Kemerer CF (1994) Evidence on Economies of Scale in Software-Development. In: Information and Software Technology 36 (5); S. 2
- Bächle M, Jahnke B, Kindler A (1995) Aufwandsschätzung und Produktivität in der Softwareentwicklung. Arbeitsberichte der Wirtschaftsinformatik Nr. 12, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität Tübingen
- Benediktsson O, Dalcher D, Reed K (2003) COCOMO-Based Effort Estimation for Iterative and Incremental Software Development. In: Software Quality Journal 11 (2003), S. 265–281
- Boehm BW et al. (2000) Software Cost Estimation with COCOMO II. Upper Saddle River (NJ)
- Bröckers A (1997) Modellbasierte Analyse von Software-Projektrisiken. Shaker Verlag, Aachen
- Campanhausen C (2005) Offshoring Rules – Auslagern von unterstützenden Funktionen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1, S. 5-13
- Conrow EH (2002) Achieving Effective Risk Management by Overcoming Some Common Pitfalls. In: Cutter IT Journal 15 (2), S. 16-22
- Conte SD, Dunsmore HE, Shen VY (1986) Software Engineering Metrics and Models, Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA
- DeMarco Tom (1982) Controlling Software Projects. Yourdon Press, New York

- Devnani-Chulani S (2004) Bayesian Analysis of Software Cost and Quality Models. Ph. D. Dissertation; University of Southern California;
<http://sunset.usc.edu/TechRpts/Dissertations/Schulani.pdf>, Abruf am 19.09.2004
- Gaulke M (2004) Risikomanagement in IT-Projekten, München
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (1990) IEEE Std.610.12-1990: IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway
- Jenny B (2001) Projektmanagement in der Wirtschaftsinformatik. Zürich
- Kemerer CF (1987) An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models. In: Communications of the ACM 30 (5), S. 461-429
- KPMG Management Consulting (1994) Report on IT Runaway Systems. SecuMedia Verlags-GmbH, Ingelheim
- Krcmar, H (2005) Informationsmanagement. Berlin
- Kruchten P (1999) Der Rational Unified Process. Eine Einführung. München u. a.
- Miyazaki Y, Mori K (1985) COCOMO evaluation and tailoring, Eighth Int. Conf. Software Engineering S. 292-299
- Nelson EA (1966) Management Handbook for the Estimation of Computer Programming Costs. NTIS (formerly Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information), Springfield
- Noack J (2002) Eine Werkbank für den Zuschnitt von objektorientierten Softwareprozessen. In Wirtschaftsinformatik 44 (4), S. 315-324.
- Renyi A (1966) Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mit einem Anhang über Informationstheorie. Berlin
- Ruiz B, Claus R (2005) Offshoring in der deutschen IT Branche. Eine neue Herausforderung für die Informatik. In: Informatik-Spektrum 28 (1), S. 34-39.
- Schaaf J (2005) Outsourcing nach Indien: der Tiger auf dem Sprung, Deutsche Bank Research Economics. http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000191727.pdf, Abruf am 11.12.2005
- Schaaf J, Weber M (2005) Offshoring-Report 2005 – Ready for Take-Off, Deutsche Bank Research Economics. http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000188986.pdf, Abruf am 10.10.2005
- Seibert, S, Boehm, BW (2005) „Wir wollten ein Schätztool, das die Kunden-Lieferanten-Zusammenarbeit unterstützt“. In Projektmanagement 1, S. 9-13
- Sneed, HM (1987) Software-Management. Köln
- Software Measurement Services (2005) Small project, medium-size project and large project: what do these terms mean?
<http://www.measuresw.com/library/Papers/Rule/RulesRelativeSizeScale%20v1b.pdf>, Abruf am 11.03.2006
- The Standish-Group (2004) 2004 Third Quarter Report.
http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/q3-spotlight.pdf, Abruf am: 27.12.2005
- Thaller, GE (2003) Software-Projektmanagement. Frankfurt

Anhang I: Unsicherheit in der Projektgröße

Die ermittelte Projektgröße bildet im COCOMO die Grundlage zur Berechnung des Projektaufwands. Die folgende Abb. 3 zeigt (in Abhängigkeit der Projektphase) die in der Größenschätzung liegende Unsicherheit (vgl. Boehm et al. 2000). Die große Unsicherheit zu Beginn verringert sich innerhalb der ersten Projektphasen überproportional stark, so dass zum Zeitpunkt des *Early-Design-Modell* die Abweichung i. d. R. nicht mehr als ein Faktor 1,5 nach oben bzw. 0,67 nach unten beträgt. Beim *Post-Architecture-Modell* sind diese Werte etwas geringer und liegen bei etwa 1,2 bzw. 0,8. Dieser Abweichungsfaktor wird im Folgenden als $\beta \in \mathbb{R}^+$ bezeichnet.

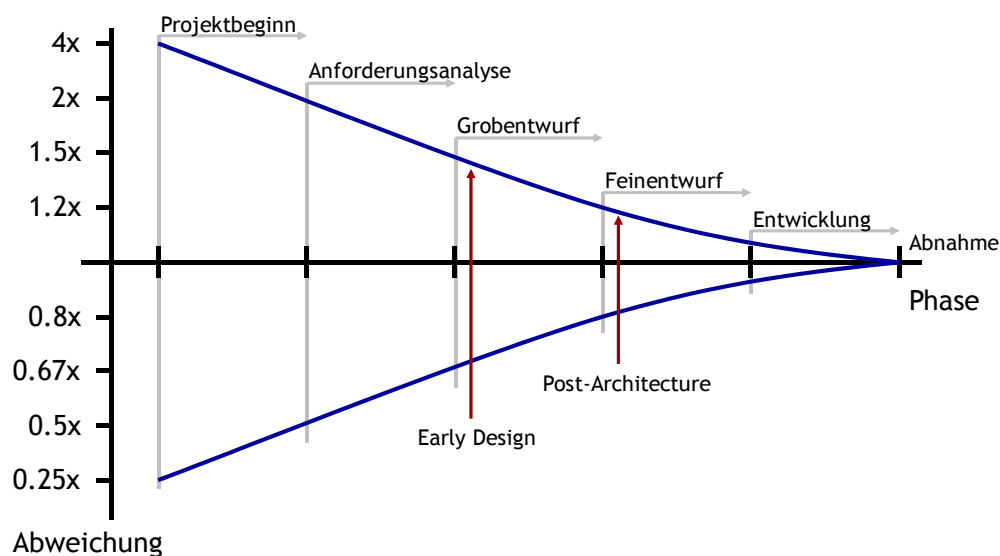


Abb. 3 Phasenabhängige Unsicherheit in der Projektgröße

Die Abweichung in der Projektgröße lässt sich ebenso als eine Änderung im Linearfaktor α interpretieren: $1 - \alpha \cdot (\beta \cdot \text{Size})^\varepsilon = 1 - (\beta^\varepsilon \cdot \alpha) \cdot \text{Size}^\varepsilon = 1 - (\alpha') \cdot \text{Size}^\varepsilon$.

Aus den empirisch ermittelten Wertebereichen für $\beta \in [0,67; 1,5]$ im *Early-Design-Modell* und den zulässigen Wertebereichen für ε und α ergibt sich selbst bei maximal schlechter Schätzung der Projektgröße und extrem ungünstigen (und unwahrscheinlichen) Parameterkonstellationen eine theoretische Abweichung von rund 8% im Linearfaktor. Damit haben übliche Fehleinschätzungen der Projektgröße im Endeffekt nur unwesentlichen Einfluss auf die mit einer Offshoring-Entscheidung verbundenen Einsparungen. Ohne Fehlentscheidungen zu provozieren, kann deshalb für die Projektgröße nach wie vor ein realistischer, mittlerer und diskreter Wert angenommen werden.

Anhang II: Berechnung der Lageparameter

Die (kumulierten) Wahrscheinlichkeiten $(p_{\min}^{\alpha}, p_{\max}^{\alpha})$ bzw. $(p_{\min}^{\varepsilon}, p_{\max}^{\varepsilon})$ an den gewählten Intervallgrenzen $(\alpha_{\min}, \alpha_{\max})$ bzw. $(\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\max})$ entsprechen den Funktionswerten der jeweiligen Verteilungsfunktion F_{α} bzw. F_{ε} . Als p-Quantil wird diejenige reelle Zahl bezeichnet, an der die Verteilungsfunktion den Wert von p annimmt (Bamberg und Bauer 2002). Dabei besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Quantil (s_p) einer $N(\mu; \sigma)$ -Normalverteilung und dem entsprechendem Quantil (l_p) der Log-Normalverteilung:

$$\ln(l_p) = u + s_p \sigma$$

Durch Einsetzen der aus $(p_{\min}^{\alpha}, p_{\max}^{\alpha})$ ermittelten Quantile $(q_{\min}^{\alpha}, q_{\max}^{\alpha})$ der Standardnormalverteilung und den Intervallgrenzen $(\alpha_{\min}, \alpha_{\max})$ lassen sich die Lageparameter μ_{α} und σ_{α} der log-normal verteilten Zufallsvariable $\tilde{\alpha}$ über folgende Gleichungen bestimmen:

$$\mu_{\alpha} + q_{\min}^{\alpha} \sigma_{\alpha} = \ln(\alpha_{\min}) \text{ und } \mu_{\alpha} + q_{\max}^{\alpha} \sigma_{\alpha} = \ln(\alpha_{\max})$$

Für die ermittelten Quantile $(q_{\min}^{\varepsilon}, q_{\max}^{\varepsilon})$ und Intervallgrenzen $(\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\max})$ der normal verteilten Zufallsvariable $\tilde{\varepsilon}$ gilt hingegen:

$$\varepsilon_{\min} - \mu_{\varepsilon} = q_{\min}^{\varepsilon} \cdot \sigma_{\varepsilon} \text{ und } \varepsilon_{\max} - \mu_{\varepsilon} = q_{\max}^{\varepsilon} \cdot \sigma_{\varepsilon}.$$

Da für die Projektgröße $Size = const$ gelten kann (s. Anhang I), lassen sich durch die Umformung $Size^{\tilde{\varepsilon}} = e^{\varepsilon \cdot \ln(Size)}$ die Lageparameter μ_S und σ_S der log-normal verteilten Zufallsgröße \tilde{S} , aus μ_{ε} und σ_{ε} wie folgt bestimmen:

$$\mu_S = \mu_{\varepsilon} \cdot \ln(Size) \text{ und } \sigma_S = \sigma_{\varepsilon} \cdot \ln(Size).$$

III. Optimierte Softwarelizenzierung: Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio

Autor:	Daniel Gull, Alexander Wehrmann Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, Universitätsstraße 12, D-86135 Augsburg daniel.gull@wiwi.uni-augsburg.de alexander.wehrmann@wiwi.uni-augsburg.de
Erschienen in:	Wirtschaftsinformatik 51 (4) 2009

Zusammenfassung:

Softwarelizenzen zählen bei vielen Unternehmen mittlerweile zu den größten Posten im IT-Budget. Dennoch finden sie noch nicht immer die notwendige Beachtung. Zum einen wird das rechtlich erforderliche Software Asset Management nur unzureichend durchgeführt, zum anderen werden Einsparpotenziale durch die optimale Kombination verschiedener Lizenztypen kaum ausgeschöpft. Dieser Beitrag zeigt, wie sich in einem Lizenzportfolio durch Kombination unterschiedlicher Lizenztypen Einsparungen realisieren lassen. Das vorgestellte Modell basiert auf den derzeit am häufigsten verwendeten Lizenztypen und berücksichtigt unterschiedliche Anwendergruppen und deren Nutzungsverhalten. Neben dem Kostenrisiko wird ebenfalls das Dienstgüterisiko betrachtet. Begleitende Beispiele verdeutlichen die Relevanz und zeigen die Operationalisierbarkeit auf.

1 Einleitung

Nach einer aktuellen Studie von Mendel und Takahashi (2007, S. 6) sind Softwarelizenzen und Lizenzwartungsverträge mit 14% drittgrößter Posten im IT-Budget vieler europäischer Unternehmen, nach den Hardware- (19%) und Personalkosten (29%). Das Management lizenzpflichtiger Software ist gegenüber Eigenentwicklungen eine Herausforderung für jedes Unternehmen.

Ein unzureichendes Lizenzmanagement kann zu einer kostspieligen Überlizenzierung führen, bei der unnötige Lizenzen beschafft werden. Eine Studie von Gartner (2001) geht davon aus, dass 80% der TOP 500 Unternehmen hiervon betroffen sind. Die Meta Group (CIO 2003) schätzt, dass weltweit Software im Wert von 9 Mrd. Dollar ungenutzt in Unternehmen liegt. KPMG (2002, S. 9) und Müller et al. (2006, S. 15) sehen das realisierbare Einsparpotenzial durch ein optimiertes Lizenzmanagement bei bis zu 15%. Verschärft wird die Problematik der Überlizenzierung durch die vorherrschende rechtliche Unsicherheit bzgl. eines Weiterverkaufs von Lizenzen. Das für Unternehmen übliche Vorgehen, nur Lizenznachweise anstatt Vollversionen mit Datenträger zu beschaffen, kann sich nachträglich als Kostenfalle herausstellen.

Andererseits kann eine Unterlizenzierung neben strafrechtlichen Konsequenzen auch zu erheblichen Schadensersatzforderungen seitens der Hersteller führen. Dennoch liegt der Anteil unlizenzierter Software, laut IDC (2007, S. 4), in Deutschland bei etwa 28%. Obwohl dies im Vergleich zu osteuropäischen und asiatischen Ländern, wie z. B. Armenien (95%) oder China (82%) moderat erscheint, sind die Softwarehersteller bereits sensibilisiert. In einem aktuellen Fall wurde ein Medienunternehmen durch die von der Softwarebranche finanzierte Business Software Alliance (BSA) überführt und zu 2,5 Mio. Euro Schadensersatz verklagt (BSA 2007).

Dass noch immer erheblicher Aufklärungsbedarf über die Notwendigkeit eines umfassenden Lizenzmanagements besteht, bestätigen die Ergebnisse einer von Microsoft (2007, S. 5) in Auftrag gegebenen Studie. Demnach prüfen lediglich 44% der befragten Unternehmen auf Unter- bzw. Überlizenzierung.

Für eine rechtlich einwandfreie und gleichzeitig ökonomisch sinnvolle Lizenzierung ist nicht nur die optimale Lizenzzahl, sondern auch die richtige Auswahl des Lizenztyps wichtig. Eine immer stärkere globale Vernetzung, sowie der Trend zu mehr Flexibilität

durch Virtualisierung und bedarfsorientierte Dienstleistungen, wie Cloud Computing oder Software-as-a-Service (SaaS), haben dazu geführt, dass Systeme und Anwendungen im Unternehmen auf sehr unterschiedliche Weise zur Verfügung gestellt und lizenziert werden können. Die Abrechnung neuer Lizenzmodelle erfolgt i. d. R. pro verbrauchter Einheit (*per use*), die z. B. in Minuten oder Funktionsaufrufen gemessen wird, oder anhand eines Nutzungswertes (*per value*). Neben den klassischen Modellen bieten einige Hersteller mittlerweile auch Prepaid-Tarife mit entsprechend begrenztem Kostenrisiko an. Parallel zur lokalen Installation am Arbeitsplatz und der Bereitstellung über Terminal-Dienste oder Virtual-Desktop-Systeme spielen mehr und mehr Online-Applikationen, die meist direkt vom Hersteller angeboten werden oder sich in das Firmennetzwerk integrieren lassen, eine immer größere Rolle (typische Vertreter sind die Webapplikation „HR-works“ zur Reisekostenabrechnung oder die weit verbreitete Konferenzplattform „WebEx“).

Das Angebot an verschiedenen Lizenztypen wächst stetig und reicht von statischen Einzelplatzlizenzen bis zu nutzungsabhängigen On-Demand-Lizenzen. Die Kombination verschiedener Lizenztypen hat letztlich nicht nur Auswirkungen auf die Lizenzkosten, sondern beeinflusst ebenfalls das Kostenrisiko. Unter Kostenrisiko ist zu verstehen, dass die Lizenzkosten im Betrachtungszeitraum vom erwarteten Wert nach oben oder unten abweichen. Dieses Risiko reduziert unmittelbar die Planungssicherheit des IT-Budgets, welche speziell in Zeiten knapper IT-Budgets wichtig ist.

Dieser Beitrag zeigt, wie im Rahmen des Lizenzportfoliomanagements unterschiedliche Lizenztypen unter Berücksichtigung von Kosten, Kostenrisiko und zugesicherter Dienstgüte optimalerweise kombiniert werden sollen. Die Dienstgüte beschreibt in diesem Zusammenhang den Grad der Verfügbarkeit bzw. die Wartezeit des Anwenders beim Aufruf der Software, wenn nur eine begrenzte Anzahl paralleler Zugriffe möglich ist. Es wird gezeigt, dass durch ein optimiertes Lizenzportfoliomanagement u. U. erhebliche Einsparungen realisiert werden können. Dem einführenden Kapitel folgt ein grundlegendes Optimierungsmodell mit Einzelplatz- und Netzwerklicenzen, welches anschließend um On-Demand-Lizenzen erweitert wird. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick. Begleitend wird die Relevanz an mehreren Beispielen aufgezeigt.

2 Status quo des Lizenzportfoliomanagements in Forschung und Praxis

Das Lizenzmanagement umfasst alle Aufgaben im Zusammenhang mit dem Einsatz von Softwarelizenzen. Die vergleichsweise wenige vorhandene Literatur zu diesem speziellen Themenkomplex widmet sich schwerpunktmäßig der Verwaltung und Verteilung der Lizenzen im Unternehmen, ohne explizite Handlungsempfehlungen bei der Auswahl geeigneter Lizenztypen zu geben. Wisotzky (2006, S. 6) bspw. gliedert das Lizenzmanagement in Vertragsmanagement, Inventarisierung, Nutzungsmessung, Gap-Analyse, Vertragsoptimierung und geht dabei insbesondere auf die Vorteilhaftigkeit einer Automatisierung dieser Aufgaben ein. Wie ein solches automatisiertes Lizenzmanagementsystem implementiert werden kann, zeigen Bensberg und Reepmeyer (1994, S. 595) beispielhaft an einem lokalen Netzwerk der Universität Münster.

Müller et al. (2006, S. 17) hingegen zählen zu einem wirtschaftlichen Lizenzmanagement insbesondere das Finanzmanagement. Im Rahmen von Lizenzverträgen gewähren Softwarehersteller ggf. nicht nur vorteilhafte Zahlungskonditionen, sondern bieten bei gebündelten Abnahmemengen auch Rabatte an. Sämtliche Teilbereiche des Lizenzmanagements, die sich an den Zielgrößen Lizenzkosten und Kostenrisiko orientieren, lassen sich dem Finanzmanagement zuordnen. Für die Optimierung spielen dann sowohl vertragliche Gestaltungsmöglichkeiten aber auch die Messung und Analyse der Softwarenutzung eine Rolle.

Erstaunlicherweise gibt es bislang wenig Literatur, die sich der Frage widmet, wie ein ökonomisch vorteilhaftes Lizenzportfolio aus verschiedenen Lizenztypen zusammengestellt werden kann. Znidarsic (2006) greift das Thema Lizenztypen zwar auf, geht aber nicht weiter auf eine konkrete Optimierung ein. Järvinen et al. (2007) führen eine quantitative Analyse zur Bestimmung der optimalen Anzahl an Netzwerklicenzen durch. Dem dort vorgestellten Ansatz liegt wie die Autoren auch selbst anmerken, die etwas realitätsfremde Annahme zugrunde, dass die Nutzungsintensität einer Anwendergruppe über den gesamten Betrachtungszeitraum unverändert bleibt. Diese Annahme ist, wie später gezeigt wird, allerdings nur für die Berechnung der optimalen Anzahl an Netzwerklicenzen bei genau einer Anwendergruppe unproblematisch. Bei mehreren, sich im Nutzungszeitraum

überschneidenden, Anwendergruppen oder bei der Verwendung von On-Demand-Lizenzen, führt der von Järvinen et al. vorgestellte Ansatz nicht zum Optimum. Zudem bleibt die Frage ungeklärt, wann eine Kombination aus Einzelplatz-, Netzwerk- oder On-Demand-Lizenzen bei mehreren Gruppen ökonomisch sinnvoll ist und wie sich das Dienstgüterisiko, d. h. die Unsicherheit, dass die zugesicherte Verfügbarkeit der Anwendung nicht eingehalten wird, reduzieren lässt. In diesem Beitrag werden u. a. genau diese Lücken bei der Optimierung des Lizenzportfolios geschlossen.

Lizenzportfoliomanagement

Ziel des Lizenzportfoliomanagements (LPM) – als Teilaufgabe des Lizenzmanagements – ist die bedarfsorientierte Selektion adäquater Lizenztypen und deren Allokation zu einem Lizenzportfolio. Im Folgenden wird ein Optimierungsmodell vorgestellt, mit welchem sich Entscheidungen hinsichtlich der ökonomischen Gestaltung von Lizenzportfolios unter Kosten- und Kostenrisikoaspekten objektivieren lassen. Dabei werden verfügbare **Lizenztypen**, die anwenderspezifische **Nutzungsintensität** und die geforderte **Dienstgüte** berücksichtigt. Diese drei Aspekte werden zunächst kurz erläutert.

Lizenztypen

Software kann entweder gekauft, d. h. der Käufer erhält das Eigentumsrecht, oder im Rahmen einer Softwarelizenzierung genutzt werden (vgl. Stapperfend 1991, S. 87-94; Buhl 1993, S. 913). Mit einer Softwarelizenz (lat. licere = erlauben) wird lediglich das Nutzungsrecht einer Kopie der Software erworben (vgl. Sedlmeier 2006, S. 10). Bei der traditionellen Lizenzierung, dem Lizenzkauf, ist die Laufzeit unbegrenzt (perpetual). Bei Lizenzmieten (subscription) ist das Nutzungsrecht zeitlich begrenzt. Eine Studie von Macrovision (2006) hat ergeben, dass in 2005 bereits 40% der 256 befragten Softwarehersteller Subscription-Lizenzen angeboten haben. Das Angebot an Perpetual-Lizenzen wurde dagegen von 2004 auf 2005 bereits um 7% reduziert und wird voraussichtlich in den nächsten Jahren weiter sinken.

Neben der Laufzeit regelt der Lizenztyp die Art der Lizenzierung. Grundsätzlich lassen sich zwei Typen unterscheiden: Statische Lizenztypen sind direkt an Systeme oder Anwender gebunden und lassen sich daher nicht kurzfristig umverteilen oder gemeinsam nutzen. Die Lizenzbedingungen können so definiert sein, dass die

Anzahl Lizenzen der Anzahl installierter Systeme – in seltenen Fällen auch Benutzer – entsprechen muss oder eine Übertragung ("Reassignment") nach Ablauf einer bestimmten Frist (z. B. 90 Tage) möglich ist. Bei fest zugewiesenen „Named User/Client“-Lizenzen ist hingegen eine Übertragung meist nur in Absprache mit dem Hersteller möglich. Dynamische Lizenztypen können zum Bedarfszeitpunkt flexibel umverteilt oder im Falle von On-Demand-Lizenzen entweder ad hoc angefordert oder sukzessiv verbraucht werden. Dabei kann der sukzessive Verbrauch auch offline bspw. mit einem Hardware-Dongle exakt ermittelt werden.

Davon weitgehend unabhängig ist die Art der Anwendungsbereitstellung. Sowohl bei lokal installierten Applikationen, als auch für zentrale Anwendungsplattformen, wie z. B. Webapplikation, sind grundsätzlich alle oben genannten Lizenztypen denkbar. Die nachfolgende Tab. 1 gibt einen Überblick über die häufigsten Lizenztypen. Die Verfügbarkeit eines Lizenztyps kann sich u. U. bei einem Produktversionswechsel (z. B. Novell Business Suite) ändern oder auf spezielle Anwendergruppen, wie Einrichtungen aus Forschung und Lehre (z. B. Adobe Acrobat), eingeschränkt sein.

Tab. 1 Übersicht Lizenztypen

Lizenztyp	Beschreibung	Produktbeispiel
Einzelplatzlizenz (EL)	Die EL erlaubt die Nutzung der Applikation von genau einem Mitarbeiter an einem beliebigen System (<i>per user</i>) oder von beliebigen Mitarbeitern oder Anwendungen von genau einem System (<i>per client</i>).	Microsoft Office, Abbyy Finereader, Adobe Acrobat, SPSS, Mathematica, Autodesk Autocad, Reference Manager, IBM Rational Architect, Microsoft Exchange/SQL/ Windows Server
Netzwerklicenz (NL)	NL, die auch als <i>floating</i> oder <i>concurrent licences</i> bezeichnet werden, erlauben die Nutzung der Applikation von einem beliebigen Anwender, der sich an einem beliebigen Arbeitsplatz befindet. Die erlaubte Anzahl gleichzeitiger Zugriffe ist durch die Anzahl an NL begrenzt. Die Einhaltung überwachen, i. d. R. zentrale Lizenzmanagementsysteme, die überzähligen Zugriffe blockieren oder in eine Warteschleife einreihen.	Abbyy Finereader, Adobe Acrobat (nur Forschung & Lehre), SPSS, Mathematica, Autodesk Autocad, Reference Manager, IBM Rational Architect
On-Demand-Lizenz (DL)	Die Verrechnung erfolgt bei diesem Lizenztyp dynamisch in Abhängigkeit von den verbrauchten Verrechnungseinheiten (<i>per use</i>), wie z. B. der Anzahl Zugriffe, der Zugriffsdauer oder dem herangezogenen Basiswert (<i>per value</i>), wie z. B. dem zu versteuernden Einkommen bei einer webbasierten Steuerapplikation.	WebEx Meeting Center, Adobe Acrobat, Skype, IBM WebSphere, WISO Sparbuch, Duden-Online (Punktekonto auf Prepaidbasis)

Prozessorlizenz	Prozessorlizenzen ermöglichen Softwarenutzung (überwiegend Serversysteme) von beliebig vielen Usern oder Anwendungen auf einer bestimmten Anzahl Prozessoren (<i>per processor</i>) oder Prozessorkernen (<i>per core</i>), wobei etliche Hersteller eine nutzungsunabhängige Lizenzierung für alle im System verfügbaren Prozessoren oder Prozessorkerne verlangen.	Oracle Database, IBM DB2, Lotus Domino Enterprise, Microsoft Exchange/SQL Server
Serverlizenz	Die Anwendung darf auf einem Serversystem von einer bestimmten Anzahl von Anwendern gleichzeitig ausgeführt werden. Serverlizenzen sind daher mit Netzwerklizenzen vergleichbar.	Citrix XenApp, Novell Small Business Suite (nur Version 6.5), IBM Informix Server
OEM-Lizenz	Eine OEM-Lizenzen (<i>Original Equipment Manufacturer</i>) wird fest an eine Hardware oder als Komponente an eine Software gebunden und darf nur zusammen mit dieser erworben, eingesetzt und weiterverkauft werden.	Microsoft Windows XP, Adobe Premiere, Symantec Antivirus, Ahead Nero, Intervideo WinDVD

Der Trend zu mehr Flexibilität und Bedarfsorientierung vergrößert das Spektrum an Lizenztypen. Die noch im Jahr 2004 von der Mehrzahl der Kunden bevorzugten EL lagen bereits im Jahr 2005 mit weitem Abstand hinter Netzwerklizenzen. Hersteller setzen zudem den Fokus auf On-Demand-Modelle und planen innerhalb der nächsten Jahre ihr Angebot dahingehend stark auszubauen (Macrovision 2006). Im nachfolgenden Optimierungsmodell werden daher die ersten drei Lizenztypen berücksichtigt, wobei sich die Ergebnisse grundsätzlich auch auf andere Lizenztypen (z. B. Prozessorlizenzen) übertragen lassen.

Nutzungsintensität

Die Abschätzung des Lizenzbedarfs kann bei neuer Software durch Erfahrungswerte des Herstellers, durch Anwenderbefragung oder Analyse vorhandener Daten erfolgen. So können z. B. auf Basis von Geschäftsvorfällen, Prozessdurchläufen oder zu erstellenden Dokumenten Rückschlüsse auf die erwartete Nutzungsintensität gezogen werden. Für den Ersatz einer bereits bestehenden oder vergleichbaren Applikationen liegen idealerweise die Daten eines Software-Meterings vor. Software-Meteringsysteme protokollieren zeitraumbezogen Anzahl und Dauer von Zugriffen auf Anwendungen und ermöglichen nicht nur eine detaillierte Analyse der Nutzungsintensität, sondern ebenfalls die Differenzierung von Anwendern nach ihrem Nutzungsverhalten. Können nur statische Lizenzen eingesetzt werden, genügt es, die maximale Anzahl an unterschiedlichen Benutzern oder Systemen zu

bestimmen. Bei dynamischen Lizenzen spielt die Nutzungsintensität hingegen eine entscheidende Rolle. Da die Erfassung personenbezogener Daten nach §4 des Bundesdatenschutzgesetz (BDSG 2003) aber nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist, benötigt Software-Metering i. d. R. die Zustimmung eines jeden Mitarbeiters oder der Mitarbeitervertretung (z. B. Betriebsrat). Einigen Unternehmen bleibt diese Möglichkeit der Analyse daher vorenthalten.

Aus der (gemittelten) Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer lässt sich für jedes beliebige Zeitintervall die Nutzungsintensität (nachfolgend als Lizenzlast bezeichnet) berechnen und im Zeitverlauf (z. B. Tag oder Monat) als Lastprofil darstellen. Das Optimierungsmodell gibt keine feste Einteilung der Zeitintervalle vor. Da sich die Granularität allerdings auf die Genauigkeit und damit unmittelbar auf das Ergebnis auswirkt, muss auf Basis der Rahmenbedingungen, wie Betrachtungszeitraum, Messaufwand etc. die Intervallgröße im Einzelfall festgelegt werden.

Bei der Dimensionierung von Netzwerk- und Telekommunikationsanlagen wird das Lastprofil üblicherweise in konstante Intervalle zu je 60 Minuten aufgeteilt. Das lastintensivste Zeitintervall wird als Hauptverkehrsstunde oder Busy Hour (BH) bezeichnet (vgl. Cole 1998, S. 386 ff.). Dieses Intervall beeinflusst maßgeblich die Dienstgüte, da in dieser Zeit die meisten Ressourcen benötigt werden.

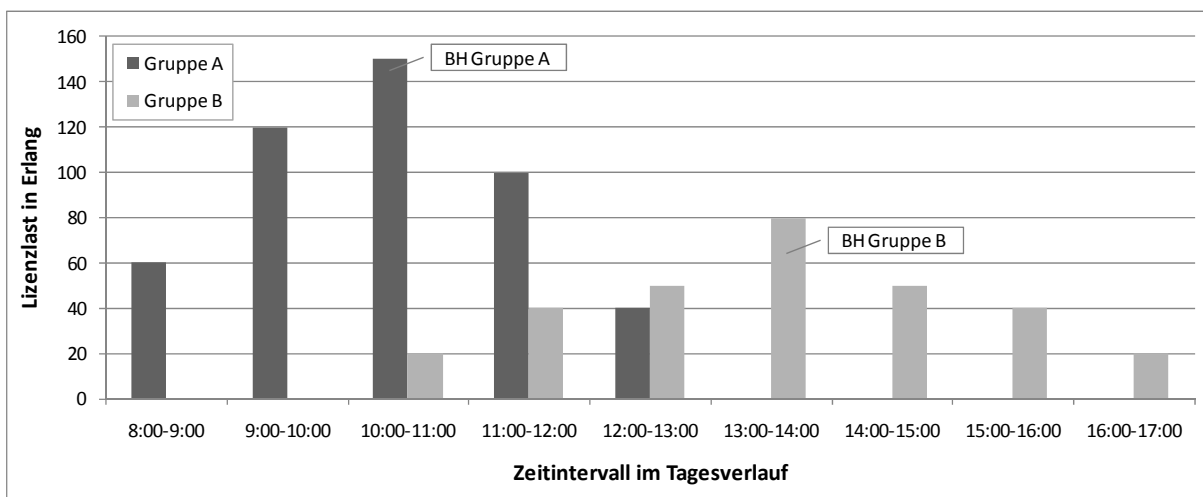


Abb. 1 Lastprofile zweier Anwendergruppen

Abb. 1 zeigt beispielhaft die Lastprofile zweier Anwendergruppen an einem Arbeitstag. Gruppe A hat ihre BH zwischen 10.00 und 11.00 Uhr, Gruppe B zwischen 13.00 und 14.00 Uhr. Die Lizenzlast (Intensität) pro Zeitintervall wird mit der nach dem Mathematiker Agnus Krarup Erlang benannten dimensionslosen Größe Erlang

(E) gemessen (ITU-D 2005, S. 40). Die Lizenzlast ist das Produkt aus der Nutzungshäufigkeit und der Nutzungsdauer je Zeiteinheit:

$$\text{Lizenzlast} = \frac{\text{Nutzungshäufigkeit} \cdot \text{Nutzungsdauer}}{\text{Zeiteinheit}}$$

Ein Erlang entspricht der Inanspruchnahme genau einer Softwarelizenz, wenn alle Zugriffe unterbrechungsfrei in exakt sequenzieller Reihenfolge erfolgen. Stehen für eine Softwareapplikation nicht genügend Lizenzen zur Verfügung, können nicht alle Anfragen sofort bedient werden. Die Folge ist eine reduzierte Dienstgüte, die abhängig vom Lizenzvergabeverfahren unterschiedliche Ausprägungen haben kann.

Dienstgüte

Eine zentrale Lizenzvergabe entspricht einem Bediensystem mit stochastischem Ankunfts- und Bedienprozess. Solche – aus der Warteschlangentheorie bekannten – Systeme werden mit der von David G. Kendall eingeführten und später von Lee und Taha erweiterten Notation $(a/b/c):(d/e/f)$ klassifiziert (Taha 1992, S. 554 ff.). Dabei charakterisieren a und b die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Ankunfts- und Bedienprozesses, wobei der Buchstabe M (Markovian) für poisson- bzw. exponentialverteilt, G (General) für allgemeinverteilt und D (Deterministic) für konstant steht. Der Parameter c steht für die Anzahl an Bedieneinheiten (hier Lizenzen), d für die Gesamtkapazität des Systems inkl. Warteschlange, e für die Anzahl an Systembenutzern und f beschreibt die Abfertigungsdisziplin. Werden d, e und f nicht angegeben, gilt für diese Parameter $\infty/\infty/\text{FIFO}$ (First-In-First-Out) (vgl. Stache und Zimmermann 2001, S. 361-384). Bei einer Lizenzvergabe ohne Warteschlange ($d=c$) werden Anfragen aus dem System entfernt (blockiert), sobald keine Lizenz mehr frei ist. Die Dienstgüte entspricht hier der Blockierwahrscheinlichkeit. Wird ein Applikationsaufruf nicht abgewiesen, sondern in eine Warteschlange eingereiht ($d>c$), liegt ein Wartesystem vor und die Dienstgüte lässt sich anhand der mittleren Wartezeit bestimmen (Rey 1983, S. 148 ff.). Die Dienstgüte ist daher bei zentraler Lizenzvergabe wesentlicher Bestandteil der Optimierung.

3 Modelle zur Optimierung des Lizenzportfolios

Zunächst wird ein Grundmodell vorgestellt, das eine Optimierung von Lizenzkosten bei einer Anwendergruppe erlaubt, wobei ausschließlich Einzelplatz- (EL) und

Netzwerklicenzen (NL) betrachtet werden. Im Anschluss wird das Modell auf mehrere Anwendergruppen und On-Demand-Lizenzen (DL) erweitert.

Einzelplatz- und Netzwerklicenzen bei einer Anwendergruppe

Das Grundmodell basiert auf folgenden Annahmen:

(A1) Für eine Gruppe mit $A_{Ges} \in \mathbb{N}$ Anwendern wird eine lizenzpflichtige Applikation bereitgestellt.

(A2) Für die Lizenzierung stehen Einzelplatzlicenzen (EL) und Netzwerklicenzen (NL) zur Verfügung. Die Vergabe der NL erfolgt entweder in Form eines Verlustsystems oder eines Wartesystems. Dabei seien $A_{EL} \in \mathbb{N}_0$ die Anwender, welche EL und $A_{NL} \in \mathbb{N}_0$ die Anwender, welche NL erhalten.

(A3) Für die Anwendergruppe ist das gemittelte Lastprofil P mit T Zeitintervallen bekannt, welches für jedes Zeitintervall $t \in T$ mit Länge $z_t \in \mathbb{R}^+$ die erwartete Nutzungshäufigkeit $n_t \in \mathbb{N}_0$ und die erwartete Nutzungsdauer $d_t \in \mathbb{R}^+$ enthält.

Die Ankunftsrate λ im Zeitintervall t ist $\lambda_t = \frac{n_t}{z_t}$, die erwartete Bedienzeit

$\mu_t = \frac{1}{d_t}$. $L_t(P) = \frac{n_t \cdot d_t}{z_t} = \frac{\lambda_t}{\mu_t}$ entspricht der Lizenzlast (in Erlang) des

Lastprofils P im Zeitintervall t . Das Zeitintervall mit der größten Last wird mit τ (Busy Hour) bezeichnet. Die größte Lizenzlast (Busy Hour Traffic, BHT) entspricht: $L_\tau(P) = \frac{\lambda_\tau}{\mu_\tau}$.

(A4) Bei einem Verlustsystem ist $q_t = B(L_t(P), N_{NL})$ die Wahrscheinlichkeit, dass mit N_{NL} verfügbaren NL eine Anforderung im Zeitintervall t des Lastprofils P abgewiesen (blockiert) wird. Bei einem Wartesystem entspricht q_t der erwarteten Wartezeit, bis eine Lizenz zugeteilt wird. Die größte Blockierwahrscheinlichkeit bzw. Wartezeit in τ ist $q_\tau = B(L_\tau(P), N_{NL})$. Für die resultierende Dienstgüte q des Systems gilt somit: $q = q_\tau = B(L_\tau(P), N_{NL})$. Für die Berechnung von B lassen sich je nach Vergabesystem verschiedene Funktionen aus der Warteschlangentheorie heranziehen (Bose 2002, S. 9-23).

- (A5) Die Mindestanzahl an NL bei einer gegebenen Last und vorgegebenen Dienstgüte Q wird durch $S(L_t(P), Q) \in \mathbb{N}_0$ bestimmt, welche eine Umkehrfunktion zu $B(L_t(P), N_{NL})$ darstellt. $N_{NL} = S(L_t(P), Q)$ entspricht der Anzahl an NL, um im Lastprofil P die Dienstgüte Q jederzeit einzuhalten. S muss bei komplexem B (z. B. Erlang-Formel) u. U. numerisch approximiert oder anhand von Tabellen bestimmt werden (vgl. Junk und Warnecke 2002, S. 109). Grundsätzlich ist auch die Bestimmung mittels Simulation möglich, wie bspw. Järvinen et al. (2007) zeigen.
- (A6) EL bzw. NL verursachen konstante Lizenzkosten in Höhe von $K_{EL} \in \mathbb{R}^+$ bzw. $K_{NL} \in \mathbb{R}^+$, wobei $K_{NL} = c \cdot K_{EL}$ gilt mit $c \in \mathbb{R}^+$ und i. d. R. $c > 1$. Die Gesamtkosten $K_{Ges} \in \mathbb{R}^+$ für die Anwendung entsprechen den Einzellizenzkosten multipliziert mit der Anzahl $N_{EL} \in \mathbb{N}_0$ und $N_{NL} \in \mathbb{N}_0$ an benötigten EL und NL, wobei aufgrund von üblichen Mengenrabatten neben proportionalen $u, v = 1$ auch degressive Kostenfunktionen mit $0 < u, v < 1$ üblich sind. Betrachtet werden ausschließlich die Lizenzkosten. Zusätzliche Kosten oder Einsparungen, die ggf. durch den Einsatz eines Lizenztyps entstehen (z. B. Verwaltungskosten) werden zunächst nicht berücksichtigt.

$$K_{Ges} = K_{EL} \cdot N_{EL}^u + K_{NL} \cdot N_{NL}^v \text{ bzw. } K_{Ges} = K_{EL} \cdot (N_{EL}^u + c \cdot N_{NL}^v)$$

- (A7) Ziel ist es, die Gesamtlizenzkosten K_{Ges} zu minimieren. Darüber hinaus soll die Nebenbedingung gelten, dass die resultierende Dienstgüte q die vorgegebene Dienstgüte Q im Lastprofil P nicht überschreitet:

$$K_{Ges} \rightarrow \text{Min} \text{ unter der Nebenbedingung: } q \leq Q$$

Ein Bediensystem für NL besitzt, ähnlich einem Daten- oder Mobilfunknetz mit begrenzter Kanalzahl, folgende Eigenschaft: Eine größere Anzahl an NL kann überproportional mehr Lizenzlast bei konstanter Dienstgüte bewältigen, da die zufälligen (nicht streng sequenziellen) Zugriffe mit steigender Anzahl an NL effizienter verteilt werden können und dadurch die Wahrscheinlichkeit einer (schnelleren) Zuteilung überproportional zunimmt. Dieser Effekt, der sich im nicht-linearen Verlauf der Dienstgütekurve widerspiegelt, kann nur qualitativ erklärt werden

(vgl. Tran-Gia 2005, S. 93) und wird i. A. als *Bündelungsgewinn* oder *Economy of Scale* bezeichnet (Junk und Warnecke 2002, S. 109).

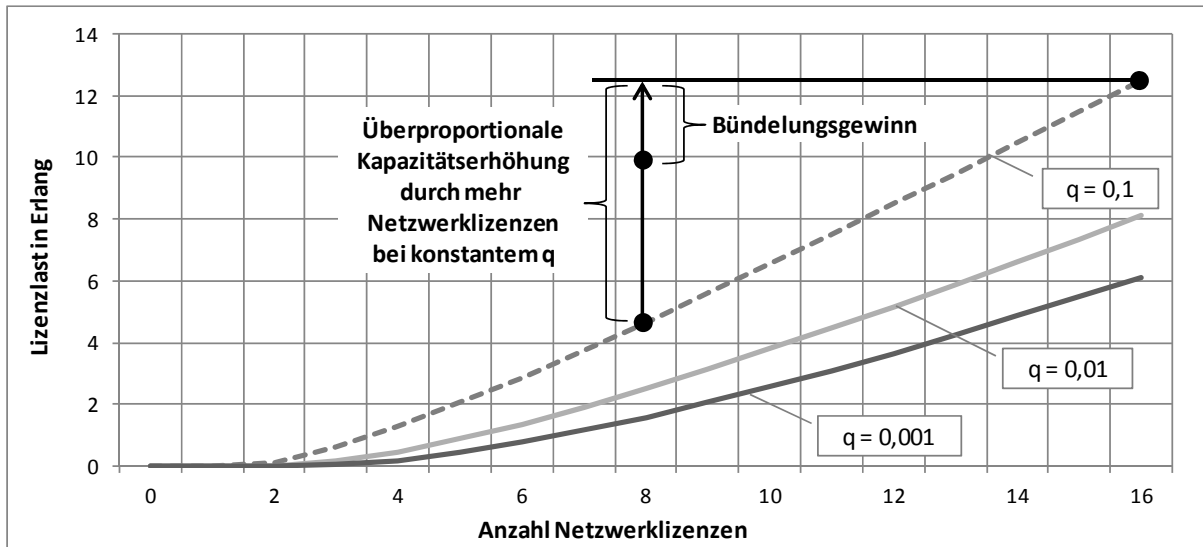


Abb. 2 Lastkapazitäten von Netzwerklizenzen bei konstanter Dienstgüte

In Abb. 2 sind drei Kurven dargestellt, auf denen jeweils eine konstante Dienstgüte (hier Blockierwahrscheinlichkeit) vorliegt. An der gestrichelten Kurve ($q = 0,1$) ist erkennbar, dass sich die Kapazität bei einer Verdoppelung der NL von 8 auf 16 mehr als verdoppelt (von unter 5 auf über 12).

Homogene Anwendergruppen

Sofern die Anwender in einer Gruppe nicht unterschieden und somit hinsichtlich ihres Verhaltens als homogen betrachtet werden, kann eine exakte Ermittlung der optimalen Lizenzierung mit EL bzw. NL unter obigen Annahmen unmittelbar erfolgen. Der Effekt des Bündelungsgewinns führt dazu, dass die Anzahl benötigter NL (N_{NL}) mit steigender Anzahl an Anwendern (A_{NL}) bei gleichem (homogenen) Nutzerverhalten nicht proportional, sondern nur degressiv steigt. Auf dieser Eigenschaft basiert bspw. auch das analytische Kostenmodell für Breitbandnetze der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP 2005, S. 23). Im Gegensatz dazu steigt die Anzahl benötigter EL (N_{EL}) immer direkt proportional zur Anwenderzahl A_{EL} . Daraus folgt, dass die Linearkombination der Kostenfunktionen konkav ist und das Minimum somit stets am Rand liegt. Das Optimum der Gesamtkosten entspricht dem Minimum aus den Kosten einer vollständigen Lizenzierung mit EL oder NL für das Lastprofil P und die Dienstgüte Q :

$$K_{Ges}^* = K_{EL} \cdot \text{Min}\{A_{Ges}^u; c \cdot N_{NL}^v\} \quad \text{mit} \quad N_{NL} = S(L_\tau(P), Q)$$

Mit Hilfe der Funktion S lässt sich die optimale Anzahl benötigter NL ermitteln. Bei Lastschwankungen besteht allerdings ein Risiko bzgl. der Verfügbarkeit der Anwendung, so dass bei einer hohen Verfügbarkeitsanforderung ein entsprechend kleiner Wert für Q vorzugeben ist. Das Optimum ist unabhängig von K_{EL} und K_{NL} und hängt nur vom Kostenverhältnis c beider Größen ab.

Inhomogene Anwendergruppen

Ein homogenes Nutzerverhalten ist für die meisten Anwendungen und Anwender unrealistisch und dient lediglich als Vereinfachung, wenn sich die Anwender einer Gruppe nicht einzeln betrachten lassen. Nehmen einzelne Anwender in einer inhomogenen Anwendergruppe überproportional häufig bzw. lange NL in Anspruch kann es u. U. vorteilhaft sein, diese mit EL auszustatten, so dass im Optimum eine Mischlizenzierung vorliegt. Mit Hilfe des Kapazitätszuwachses (Grenzkapazität) jeder zusätzlichen NL (GK_{NL}), die aufgrund des Bündelungsgewinns mit steigender Gruppengröße zunimmt, und dem Kostenverhältnis c lässt sich dennoch eine hinreichende Bedingung bzgl. des Optimums bei einer inhomogenen Anwendergruppe finden:

Die vollständige Lizenzierung einer inhomogenen Anwendergruppe mit NL ist genau dann optimal, wenn der BHT eines jeden Anwenders unter dem Verhältnis $\frac{GK_{NL}}{c}$ liegt. Die Nutzer müssen demnach nur in Bezug auf diesen Quotienten vergleichbar (homogen) sein.

Das Verhältnis entspricht der Last, bei der die Grenzkosten für NL und EL gleich sind. Ist die Last bei jedem Anwender und in jedem Zeitintervall kleiner, lohnt es sich nicht einen beliebigen Anwender aus der Gruppe mit EL zu versorgen.

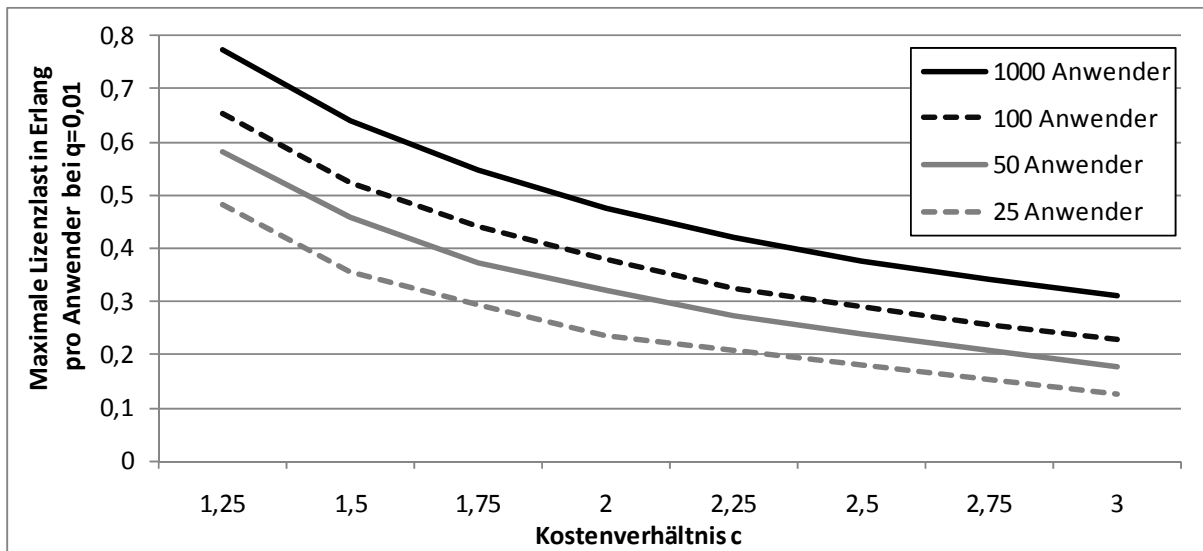


Abb. 3 Maximale Anwenderlast für verschiedene Kostenverhältnisse und Gruppengrößen

Abb. 3 zeigt die Grenzlast pro Anwender in Abhängigkeit vom Kostenverhältnis für verschiedene Gruppengrößen (25 bis 1000 Anwender). Insbesondere für Anwendungen, die nicht dauerhaft eingesetzt werden und deren Kostenverhältnis NL zu EL im üblichen Bereich (zwischen 1,25 und 2) liegt, ist bei großen Anwenderzahlen eine vollständige Lizenzierung mit NL stets optimal. In diesem Fall ist es zur Bestimmung des Optimums nicht erforderlich, dass Nutzerverhalten im Detail zu kennen. Bei kleineren Gruppen hingegen ist die Lasttoleranz geringer, was zum einen eine detaillierte Betrachtung erfordert und andererseits die Lizenzierung mit EL ggf. vorteilhaft macht.

Ermittlung von Blockierwahrscheinlichkeiten und Wartezeiten

Für die zur Optimierung benötigte Funktion B bzw. die daraus resultierende Funktion S können, je nachdem welches Bediensystem vorliegt, verschiedene Formeln herangezogen werden. Tab. 2 gibt einen Überblick über Bediensysteme und Formeln zur Berechnung der Dienstgüte, wobei diese in unterschiedlichen Anwendungsgebieten wie z. B. Dimensionierung von Produktionssystemen (Grundmann 2003, S. 160), Datenbankservern (Millsap und Holt 2003, S. 230) oder Call-Centern (Stolletz 2003, S. 53) herangezogen werden.

Tab. 2 Bediensysteme und verwendete Formeln

Bediensystem	Beschreibung	Formeln für Dienstgüte
M/M/k/k	Verlustsystem: k Bedieneinheiten (Lizenzen) ohne Warteschlange, zufälliger Ankunftsprozess und negativ exponentialverteilte Bedienzeit. Unendlich viele Quellen (Anwender).	Erlang-B-Formel Erweiterte-Erlang-B-Formel Poisson (Molina)
M/M/k/k/n	Verlustsystem: wie M/M/k/k nur mit n Quellen.	Engset-Formel
M/M/k	Wartesystem: wie M/M/k/k nur mit beliebig langer Warteschlange.	Erlang-C-Formel
Beliebig	beliebige Verteilung	Simulation

Für die genaue Konstruktion und Definition der Formeln wird auf die Standardliteratur verwiesen (vgl. Bates und Gregory 2001, S. 168; Cohen 1957; Stidham 2002, S. 202 ff.). Nach Parkinson (2002, S. 4) kann ab einer Anwenderzahl von über 200 oder bei einem Verhältnis von Anwender zu NL von mindestens 8:1 von einer unendlichen Anzahl an Anwendern ausgegangen werden, ohne dass die Ergebnisse signifikant verfälscht werden. Die erweiterte Erlang-B-Formel berücksichtigt abgewiesene Zugriffe, die sofort wiederholt werden. Bei einer sehr kleinen Blockierwahrscheinlichkeit kann dieser Effekt allerdings vernachlässigt werden. Zur Auflösung der Formeln nach Bedieneinheiten wird in vielen Fällen ein numerisches Verfahren oder eine bereits berechnete Tabelle herangezogen (Cole 1998, S. 406; Clery 2006). Eine Fehlerabschätzung der hier erwähnten Formeln für NL-Bediensysteme geben Järvinen et al. (2007).

Risikobetrachtung

Beim Einsatz von EL und NL besteht grundsätzlich kein Kostenrisiko, solange, bspw. auf Grund erheblicher Veränderungen des Anwenderverhaltens, keine Lizenzen nachträglich beschafft werden müssen. Eine Optimierung im LPM erfolgt somit zunächst nur unter Berücksichtigung von Kostenaspekten. Veränderungen im Anwenderverhalten oder Lastprofil, z. B. durch die Einstellung neuer Mitarbeiter, geschäftsbedingte oder wirtschaftliche Ereignisse (z. B. Jahresabschluss, Rezession), beeinflussen die Blockierwahrscheinlichkeit bzw. die Wartezeit und somit direkt das Dienstgüterisiko.

Das nachfolgende Beispiel veranschaulicht das Vorgehen. Zur Berechnung wird ein **M/M/k/k** Bediensystem angenommen und die Erlang-B-Formel herangezogen. Alle Beispiele wurden mit Hilfe des Erlang-Excel-Add-Ins von Westbay (2007) berechnet.

Lizenzmanagement an der Uni: Adobe Acrobat für eine Anwendergruppe

Anwendergruppen einer Universität können Adobe Acrobat Professional 7.0 entweder mit EL je 37,38 EUR oder mit NL je 61,75 EUR lizenzieren (Adobe Hochschulpreise 2007). Das Nutzungsverhalten innerhalb einer Gruppe wird nicht unterschieden, so dass zur Bestimmung des Optimums lediglich die einheitliche Lizenzierung mit EL der mit NL gegenübergestellt werden muss. Für eine Gruppe mit bspw. 200 Mitarbeitern und einer maximalen Lizenzlast von $L_r(P) = 150$ in der BH (s. Gruppe A, Abb. 1) folgt, dass bei $Q = 0,0001\%$ alle Nutzer mit NL ausgestattet werden müssten, was gegenüber der Variante mit EL für 7.476 EUR wesentlich teurer ist. Für eine zweite Gruppe mit 300 Mitarbeitern und $L_r(P) = 80$ in der BH (s. Gruppe B, Abb. 1) ist die NL-Variante mit 125 NL bzw. 7.719 EUR vorteilhaft (gegenüber EL für 11.214 EUR). Die Gesamtkosten von 18.690 EUR bei einer Lizenzierung beider Gruppen mit EL reduzieren sich durch den Einsatz von NL für Gruppe B um 18,7% auf 15.195 EUR.

Das Beispiel zeigt, wie sich Einsparpotenziale durch eine bedarfsgerechte Auswahl des Lizenztyps realisieren lassen. Sind die Ansprüche an die Dienstgüte ausreichend hoch, nimmt der Anwender den Unterschied in der Lizenzierungsart nicht oder kaum wahr. Zudem besteht bei NL eine größere Flexibilität Schwankungen in der Mitarbeiterzahl auszugleichen, da nicht unmittelbar für jeden temporären Neuzugang eine weitere Lizenz angeschafft werden muss. NL werden häufig im Bereich teurer Spezialsoftware angeboten (s. Tabelle 1), bei großen Standardanwendungen sind hingegen EL üblich. Im Zuge neuer Trends ist aber damit zu rechnen, dass die Flexibilität bei der Lizenzierung von Standardsoftware zunehmen wird.

Lizenzierung von mehreren Anwendergruppen mit On-Demand-Lizenzen

Eine ausschließliche Lizenzierung von inhomogenen Anwendern mit EL oder NL führt nicht unbedingt zum Optimum. Da zudem die Möglichkeit besteht On-Demand-Lizenzen (als Lizenz oder SaaS-Applikation) alternativ oder zusätzlich einzusetzen, um auftretende Lastspitzen und Bedarfsschwankungen flexibel abzudecken, wird das Grundmodell erweitert:

(A1') Wie A1, wobei die Applikation für mehrere disjunkte Gruppen $g \in G_{Ges}$ mit jeweils $A_{g,Ges} \in \mathbb{N}$ Anwendern bereitgestellt wird. Dabei seien $g \in G_{EL}$ die

Gruppen, die isoliert betrachtet besser mit EL lizenziert werden und $g \in G_{NL}$ diejenigen, die isoliert betrachtet besser NL erhalten, wobei stets gilt: $G_{EL} \cup G_{NL} = G_{Ges}$. Die Anwender der Gruppen $g \in G_{EL}$ werden im Nutzungsverhalten nicht unterschieden. Im Extremfall bildet jeder Anwender eine Gruppe.

- (A2') Wie A2, für die Anwendung stehen zusätzlich On-Demand-Lizenzen (DL) bzw. eine äquivalente On-Demand-Alternative (z. B. als SaaS-Applikation) zur Verfügung, die bedarfsorientiert lizenziert wird. Die Zuteilung der DL erfolgt durch ein Verlustsystem. Abgewiesene Zugriffe auf NL erhalten ohne Zeitverzögerung DL bzw. werden auf die Alternative umgeleitet. Da DL laufende Kosten verursachen, wird zusätzlich der Betrachtungszeitraum Z der Anwendung berücksichtigt. $Z_t \in R^+$ drückt aus, wie oft ein Zeitintervall t im Betrachtungszeitraum enthalten ist.
- (A3') Wie A3, allerdings existiert nun für jede Gruppe ein gemittelttes Lastprofil P_g . Alle Lastprofile sind so anzupassen, dass Sie die gleiche Gesamtlänge haben und über identische Zeitintervalle verfügen.
- (A5') Wie A5, zusätzlich verursacht eine DL last- und zeitabhängige Lizenzkosten für das bediente Lastvolumen in Höhe von $K_{DL} \in R^+$ pro Erlangstunde (Eh) (vgl. ITU-D 2005, S. 40), wobei wegen der kurzfristigen Lizenzierung nur proportionale Tarife betrachtet werden.

Neben dem Bündelungsgewinn spielt bei der Lizenzierung von mehreren Gruppen der Kompensationseffekt eine wichtige Rolle. Die Kapazitäten lastärmerer Zeitintervalle können, solange der BHT nicht erhöht wird, ohne Einfluss auf die Dienstgüte von anderen Anwendern genutzt werden. Kompensationseffekte treten häufig dann auf, wenn z. B. durch Schichtbetrieb oder verschiedene Zeitzonen in internationalen Unternehmen unterschiedlicher Kernarbeitszeiten vorliegen. Aufgrund des Bündelungsgewinns folgt, dass alle Anwender eine Anwendergruppe, die isoliert betrachtet mit NL lizenziert wird, im Optimum einer Gruppenkombination weiterhin NL erhalten. Sind nur NL-Gruppen vorhanden ($\forall g(g \in G_{NL})$), ist die Lizenzierung aller Gruppen in Kombination mit NL optimal. Sind Anwendergruppen $g \in G_{EL}$ vorhanden,

die isoliert betrachtet EL erhalten, kann aufgrund von Bündelungsgewinn und Kompensationseffekt keine Aussage über die optimale Lizenzierung der Gruppenkombination getroffen werden. Je nach Nutzungsverhalten bzw. Lastprofil können im Optimum ein Teil oder sogar alle Anwender dieser Gruppen NL bzw. DL erhalten. Für diese Gruppen muss daher ermittelt werden, wie viele Anwender im Optimum Bestandteil des aggregierten NL-Lastprofils P_{NL} werden.

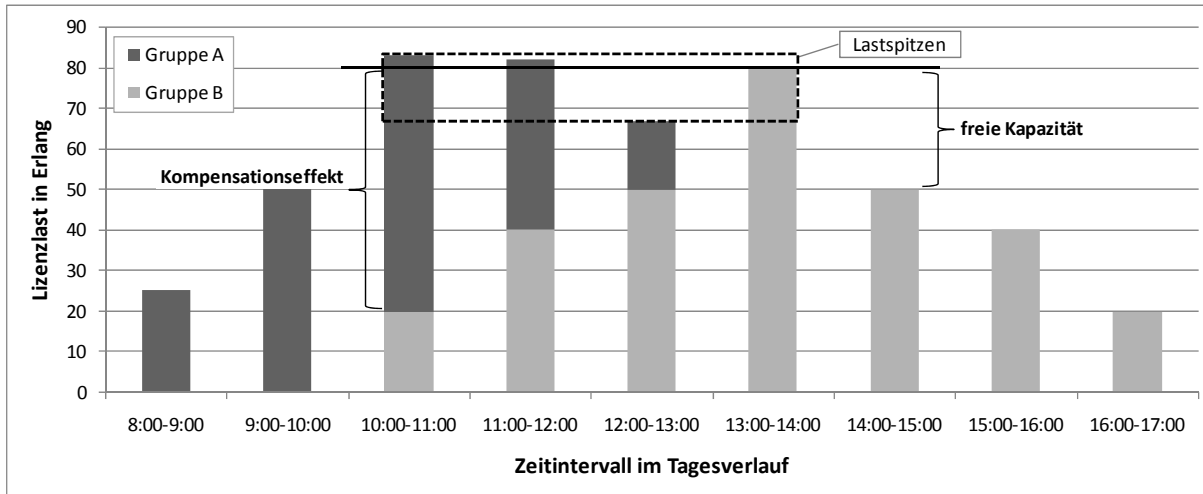


Abb. 4 Lastprofil einer (Teil-)Gruppenkombination zweier Anwendergruppen

Abb. 4 zeigt beispielhaft ein aggregiertes Lastprofil, bestehend aus der vollständigen Gruppe B und einem Teil der Anwender aus Gruppe A (vgl. dunkle Balken in Abb. 1). Zu erkennen sind der Kompensationseffekt, der durch die freien Kapazitäten in den ersten fünf Zeitintervallen entsteht, sowie auftretende Lastspitzen.

Neben der Anzahl EL und NL ist für die Gesamtkosten entscheidend, wie viel Lizenzlast auf DL umgeleitet wird. Der Erwartungswert im Zeitintervall t ist das Produkt aus der Lizenzlast L_t , der Blockierwahrscheinlichkeit $B(L_t(P_{NL}), N_{NL})$ und z_t . Im Betrachtungszeitraum Z ist dieser Wert noch mit der Anzahl Z_t zu multiplizieren. Die Summe über alle Zeitintervalle $t \in T$ multipliziert mit den Kosten K_{DL} entspricht den DL-Lizenzkosten.

Die bisher bei NL vorgegebene Dienstgüte Q spielt beim Einsatz von DL keine Rolle mehr, da zu jeder Zeit eine entsprechende Lizenz verfügbar ist. Die Optimierung erfolgt auf Basis der EL-nutzenden Gruppen A_g mit $g \in G_{EL}$ und der variablen Anzahl N_{NL} . In jeder Gruppe $g \in G_{EL}$ ist die Anzahl $A_{g,NL} \in \mathbb{N}_0$ mit $0 \leq A_{g,NL} \leq A_{g,Ges}$ an Anwendern zu ermitteln, die in der Gruppenkombination NL bzw. DL erhalten. Dem

aggregierten Lastprofil P_{NL} der NL bzw. DL Gruppe werden alle Gruppenprofile P_g der Gruppen $g \in G_{NL}$ vollständig und alle Profile der Gruppen $g \in G_{EL}$ mit dem entsprechenden Anteil zugeordnet.

Der Erwartungswert der Gesamtkosten $E(K_{Ges})$ ist:

$$E(K_{Ges}) = K_{EL} \cdot \left(\left(\sum_{g \in G} A_{g,EL} \right)^u + c \cdot N_{NL}^v \right) + K_{DL} \cdot \sum_{t \in T} (z_t \cdot Z_t \cdot L_t(P_{NL}) \cdot B(L_t(P_{NL}), N_{NL}))$$

wobei:

$$P_{NL} = \sum_{g \in G} \left(\frac{A_{g,NL}}{A_{g,Ges}} \cdot P_g \right) \quad \text{und} \quad g \in G_{NL} \Rightarrow A_{g,NL} = A_{g,Ges} \Leftrightarrow A_{g,EL} = 0$$

Es gilt ferner:

$$\lim_{q \rightarrow 0} K_{Ges} = K_{EL} \cdot \left(\left(\sum_{g \in G} A_{g,EL} \right)^u + c \cdot N_{NL}^v \right), \text{ da } B(L_t(P_{NL}), N_{NL}) = 0, \text{ wenn } N_{NL} = S(L_\tau(P_{NL}), q \rightarrow 0)$$

und

$$\lim_{q \rightarrow 1} K_{Ges} = K_{EL} \cdot \left(\sum_{g \in G} A_{g,EL} \right)^u + K_{DL} \cdot \sum_{t \in T} (z_t \cdot Z_t \cdot L_t(P_{NL})), \text{ da } N_{NL} = S(L_\tau(P_{NL}), q \rightarrow 1) = 0$$

Dies bedeutet, dass bei sehr kleinem q die Anzahl der NL so hoch ist, dass kein Zugriff blockiert wird und daher keine DL benötigt werden. Werden keine NL eingesetzt ($q=1$) wird hingegen die gesamte Last, die nicht durch EL abgedeckt ist, durch DL kompensiert. Bei einer homogenen Einzelgruppe führt der Effekt des Bündelungsgewinns auch hier dazu, dass eine Mischlizenzierung, die EL enthält, nicht sinnvoll sein kann und im Optimum deshalb entweder nur EL oder eine Kombination aus NL und DL eingesetzt wird.

Aufgrund der Transformation des Dienstgüterisikos in ein Kostenrisiko, lassen sich die ermittelten Gesamtkosten mit dem in Kapitel 3.1 vorgestellten Fall allerdings nur eingeschränkt miteinander vergleichen. Die Zielfunktion für eine homogene Anwendergruppe ist:

$$E(K_{Ges}^*) = \min \left\{ K_{EL} \cdot A_{Ges}^u; \left(K_{NL} \cdot N_{NL}^v + K_{DL} \cdot \sum_{t \in T} (z_t \cdot Z_t \cdot L_t(P_{NL}) \cdot B(L_t(P_{NL}), N_{NL})) \right) \right\}$$

Mit abnehmender Zahl an NL nehmen die Lizenzlast und somit die Grenzkosten der DL zu, bis im Optimum die Grenzkosten der NL erreicht werden bzw. gleich sind. Bei sehr günstigen DL-Kosten oder sehr seltenem Einsatz einer Anwendung ist es im Extremfall möglich, dass ausschließlich DL für die Lizenzierung eingesetzt werden. Stehen neben DL nur EL zur Verfügung, lohnt sich der Einsatz meist dann, wenn Anwender oder Systeme im Betrachtungszeitraum nur temporär zum Einsatz kommen.

Lizenzmanagement an der Uni: Adobe Acrobat mit On-Demand-Lizenzen für mehrere Anwendergruppen

Eine Lizenzierung von Gruppe A und B ausschließlich mit NL reduziert aufgrund des Bündelungsgewinns die Gesamtkosten bei $Q = 0,0001\%$ um 23,0% auf 14.388 EUR. Für die Verwendung der DL wird angenommen, dass die Nutzung von Adobe Acrobat über die geplante SaaS-Plattform Acrobat.com pro Eh 0,25 EUR kostet und der Betrachtungszeitraum 600 Tage beträgt.

Die Analyse zeigt, dass im Optimum 84 Anwender der Gruppe A und alle Anwender der Gruppe B zusammen 99 NL erhalten (siehe Abb. 5). Die erwarteten Gesamtkosten betragen 10.729 EUR, die Einsparung liegt bei 42,6%. Bei z. B. 20% mehr Last würde die Einsparung allerdings auf 27,1% fallen.

Das Beispiel verdeutlicht, dass sich durch die Integration nutzungsintensive Anwender in einer NL-Gruppe EL-Kosten einsparen lassen. Insbesondere in internationalen Organisationen mit großen Gruppen und zeitversetzten Lastprofilen, kann eine hohe Dienstgüte mit vergleichsweise wenig NL gewährleistet werden.

Die Unsicherheit bzgl. der Dienstgüte bei Lastspitzen führt bei geschäftskritischen Anwendungen allerdings dazu, dass IT-Manager sichere EL bevorzugen oder die Anzahl NL deutlich erhöhen. Der Einsatz von DL kann hier in Kombination mit NL das Dienstgüterisiko reduzieren und weiteres Einsparpotenzial ausschöpfen, sofern die Verfügbarkeit der DL sichergestellt werden kann.

Im Bereich von Serversoftware werden DL für geschäftskritische Anwendungen bereits vermehrt eingesetzt, um Lastspitzen durch zusätzliche Kapazitäten wie bspw. Prozessoren oder virtuelle Serversysteme temporär abzudecken. Bei

Anwendungssoftware sind DL hingegen trotz der genannten Vorteile noch selten im Einsatz. Ein Grund hierfür ist, dass bislang keine standardisierten Verfahren für die Vergabe und die Erfassung benötigter DL existieren. Jeder Hersteller verwendet sein eigenes Lizenzierungssystem, dass von unabhängigen Hardwaredongles bis zur Online-Anbindung über das Internet reicht, wodurch der Verwaltungsaufwand bei vielen Applikationen erheblich erhöht wird. Ein weiterer Punkt, der vor allem SaaS--Applikationen betrifft, sind die damit verbundenen Risiken bzgl. der Datensicherheit und Verfügbarkeit, wenn Anwendungen und Daten (bspw. vertrauliche Managementreports, Kundendaten oder Transaktionsinformationen) jenseits der Unternehmensgrenzen vorgehalten werden. Viele IT-Verantwortliche sind u. a. aufgrund kürzlich bekannt gewordener Datenverluste bei SaaS-Anwendungen großer Unternehmen und Behörden sensibilisiert und möchten daher kein unkalkulierbares Risiko eingehen. Zuletzt werden DL noch wegen dem Kostenrisiko gemieden, was aber durch entsprechend ausgestaltete Preismodelle begrenzt werden könnte. So wären neben den üblichen Upgraderechten variable Freikontingente für DL im Rahmen eines Lizenzbundlings mit EL oder NL denkbar, was Dienstgüte- und Kostenrisiko gleichermaßen reduzieren würde.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Das wachsende Angebot an dynamischen und flexiblen On-Demand-Lizenzierungskonzepten eröffnet zusätzliche Potenziale zur Kostenreduktion, welche die Einsparungen einer vermiedenen Überlizenzierung weiter verbessern können.

Das vorgestellte Modell ermöglicht Lizenzierungsentscheidungen zu bewerten und objektiviert zu vergleichen. Es wurde gezeigt, dass für eine große Anwendergruppe eine Mischlizenzierung mit EL und NL auch bei inhomogenen Anwenderverhalten in den meisten Fällen ökonomisch nicht mehr sinnvoll ist. Im zweiten Teil des Beitrags wurden mehrere Anwendergruppen und eine bedarfsorientierte Lizenzierung betrachtet. Gerade in internationalen Unternehmen lohnen sich auf Grund der zeitlichen Verschiebung der Nutzungsprofile NL auch für nutzungsintensive Anwendergruppen (bspw. Spezialsoftware im Investmentbanking). Dies setzt allerdings ein unternehmensweites Lizenzmanagement und die Möglichkeit einer länderübergreifenden Lizenzierung voraus.

Mit der Abdeckung von Lastspitzen und Bedarfsschwankungen können DL Dienstgüterisiken und Kosten reduzieren. Trotz der genannten Vorteile wird dieser

Lizenztyp bei Anwendungssoftware bisher selten verwendet, da neben den damit verbundenen Kosten- und Sicherheitsrisiken das noch geringe Angebot am Markt einen umfassenden Einsatz verhindert.

Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Frage, wie geeignete Anwendergruppen im Unternehmen zu identifizieren sind. Ferner besteht die Herausforderung, ein Fehlverhalten der Anwender zu vermeiden (z. B. das dauerhafte Blockieren von NL über den tatsächlichen Nutzungszeitraum hinweg oder die unnötige Inanspruchnahme von DL). Hierfür sind anreizkompatible Modelle zu entwickeln, die bspw. Benutzergruppen dazu veranlassen, außerhalb der Lastspitzen zu arbeiten und DL-Anwendungen nur gezielt einzusetzen.

Da dem Thema Lizenzportfoliomanagement in der wissenschaftlichen Literatur bislang wenig Aufmerksamkeit gewidmet wurde, die Relevanz von Softwarelizenzen im Unternehmen aber stetig zunimmt, ist dieser Beitrag ein erster Kondensationspunkt für nachfolgende Arbeiten.

Literaturverzeichnis (Kapitel III)

Bates RJ, Gregory DW (2001) Voice and Data Communications Handbook, 4. Aufl. McGraw-Hill Osborne Media, New York

BDSG (2003) Bundesdatenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Januar 2003. http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bdsg_1990/gesamt.pdf. Abruf am 2008-05-01

Bensberg F, Reepmeyer J (1994) Lizenzmanagement in lokalen Netzwerken – rechtliche Grundlagen, organisatorische Konzepte, Softwarewerkzeuge. Wirtschaftsinformatik 36(6):591-599

Bose S (2002) An Introduction to Queueing Systems. Springer, Berlin

BSA (2007) BSA führt weltweit größte Antipiraterie-Aktion durch: Internationales Medienunternehmen lernt den Preis unlizenzierter Software kennen. <http://www.bsa.org/germany/presse/newsreleases/BS097-16.cfm>. Abruf am 2007-10-12

Buhl HU (1993) Finanzanalyse von Entscheidungsalternativen bei der Software-Vertragsgestaltung. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 45:911-932

CIO (2003) Lizenz zum Entrümpeln. CIO Magazin. <http://www.cio.de/markt/804236/index.html>. Abruf am 2007-06-16

Clery R (2006) Traffic Table by Roger Clery Roosevelt University. <http://cs.roosevelt.edu/ru-telecom/331/Btable.htm>. Abruf am 2007-06-16

Cohen JW (1957) The generalized Engset formulae. Philips Telecomm 18:158-170

Cole M (1998) Telecommunications. Prentice Hall, New Jersey

Gartner (2001) IT Asset Management: Reduce Costs and Minimize Risks. Gartner Group. http://www.gartner.com/DisplayDocument?ref=g_search&id=345044&subref=simplesearch. Abruf am 2007-06-16

Grundmann W (2003) Operations Research. Formeln und Methoden. Vieweg, Wiesbaden

IDC (2007) Fourth Annual BSA And IDC Global Software Piracy Study. <http://w3.bsa.org/globalstudy>. Abruf am 2007-06-16

- ITU-D (2005) Handbook Teletraffic Engineering. ITU-D Group 2.
<http://www.tele.dtu.dk/teletraffic/handbook/telehook.pdf>. Abruf am 2006-08-16
- Järvinen J, Johnsson M, Leipälä T, Murtojärvi M, Nevalainen O (2007) Determining the Proper Number and Price of Software Licenses. IEEE Transactions on Software Engineering 33(5):305-315
- Junk V, Warnecke H (2002) Handbuch für Telekommunikation, 2. Aufl. Springer, Berlin
- KPMG (2002) Lizenzmanagement in deutschen Unternehmen.
http://www.kpmg.de/library/pdf/020620_Lizenzmanagement_in_deutschen_Unternehmen_de.pdf.
Abruf am 2006-08-16
- Macrovision (2006) Key Trends in Software Pricing and Licensing – A Survey of Software Industry Executives and their Enterprise Customers. Macrovision.
http://www.softsummit.com/softsummit_knowledge_library_industry_reports.shtml. Abruf am 2007-05-12
- Mendel T, Takahashi S (2007) 2007 Enterprise IT Budget Outlook: Europe. Forrester Research.
<http://www.forrester.com/Research/Document/Excerpt/0,7211,41668,00.html>. Abruf am 2007-09-12
- Microsoft (2007) Studie 2007: Software- und Lizenzmanagement in deutschen Unternehmen.
<http://www.microsoft.com/germany/mittelstand/lizenzen/software-asset-management-downloads.aspx>. Abruf am 2007-09-12
- Millsap CV, Holt JL (2003) Optimizing Oracle Performance, 1. Aufl. O'Reilly, Köln
- Müller P, Nasterlack S, Schwarze L (2006) Professionelles IT Lizenzmanagement – die Herausforderung für die Zukunft. Information Management & Consulting 21:14-19
- Parkinson R (2002) Traffic Engineering Techniques in Telecommunications. <http://www.infotel-systems.com/Downloads/TrafEngWhitePaper.pdf>. Abruf am 2007-05-12
- RegTP (2005) Ein analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz.
<http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/886.pdf>. Abruf am 2007-05-12
- Rey RF (1983) Engineering and Operations in the Bell System. AT&T Bell Laboratories. Murray Hill, New York
- Sedlmeier T (2006) Softwarelizenzmodelle aus rechtlicher Sicht - Wissenswertes für IT-Projektleiter. Information & Management Consulting 21:10-12
- Stache U, Zimmermann W (2001) Operations Research, 10. Aufl. Oldenburg, München
- Stapperfend T (1991) Die steuer- und bilanzrechtliche Behandlung von Software. Dr. Otto Schmidt, Köln
- Stidham S (2002) Analysis, Design, and Control of Queueing Systems. Operations Research 50(1):197-216
- Stolletz R (2003) Performance Analysis and Optimization of Inbound Call Centers. Springer, Berlin
- Taha HA (1992) An Introduction to Operations Research, 5. Aufl. Prentice Hall, New Jersey
- Tran-Gia P (2005) Einführung in die Leistungsbewertung und Verkehrstheorie, 2. Aufl. Oldenburg, München
- Westbay (2007) Erlang for Excel – Add-In for Microsoft Excel. <http://www.erlang.com/excel.html>. Abruf am 2007-03-13
- Wisotzky H (2006) Implementierung des Lizenz-Managements im Unternehmen. Information Management & Consulting 21:6-9
- Znidarsic D (2006) Waste Not, Want Not – Software License Tracking and Successful Vendor Relations. Data Center Magazine 2:43-46

IV. Bewertung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen

Autor:	Daniel Gull Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, Universitätsstraße 12, D-86135 Augsburg daniel.gull@wiwi.uni-augsburg.de
Eingereicht in:	Zeitschrift für Wirtschaftsinformatik

Zusammenfassung:

Viele Unternehmen setzen für Systemsoftware und Applikationen lizenzpflichtige Standardsoftware kommerzieller Anbieter ein. Neben der Regelung zum Nutzungsrecht sind in den Softwarelizenzverträgen immer öfter kostenpflichtige Leistungen, wie Softwareupgrades oder Anwenderschulungen, enthalten oder gegen Gebühr integrierbar, die vom Lizenznehmer während der Vertragslaufzeit zu einem vergünstigten Leistungspreis oder kostenlos in Anspruch genommen werden können. Dieses Recht auf eine Vergünstigung wird als Discountoption bezeichnet und muss bei der Vertragsauswahl und -gestaltung bewertet werden. Der Beitrag zeigt die grundsätzliche Bewertungsproblematik, sowie einige Schwächen bisheriger Bewertungsansätze auf und stellt anschließend auf Basis der Realoptionstheorie ein Modell vor, das eine Bewertung der Discountoptionen mit finanzmathematischen Methoden ermöglicht. Der Wert bestimmter Discountoptionen kann mit einem analytischen Verfahren ermittelt werden. Für komplexe Optionen oder Optionsserien wird eine numerische Lösungsmethode vorgestellt. Die Vorgehensweise bei der Modellanwendung wird im Beitrag anhand zweier Beispiele illustriert.

1 Einleitung

Die Ausgaben für Software stiegen trotz Wirtschaftskrise und durchschnittlich 3,8 Prozent reduzierten IT-Budgets auch 2009 weiter an (Gartner 2009), wobei Unternehmen bis zu 75% für Softwarelizenzgebühren und Lizenzwartungsverträge aufwenden (CIO 2007). Gerade der Einsatz von Standardsoftware für Applikationen, Module und Services setzt sich gegenüber programmierten Individuallösungen, die i.d.R. hohe Auszahlungen für die Entwicklung verursachen und mehr Zeit bis zum Produktivbetrieb benötigen, immer stärker durch (Lünedonk 2008). Der hohe Standardisierungsgrad und die Verbesserung der Datensicherheit bei serviceorientierten Architekturen, Web-Diensten und Online-Applikationen führt dazu, dass neben der Lizenzierung von lokal installierter Standardsoftware (on-premises) ebenfalls lizenzpflichtige Applikationen von externen Dienstleistern über das Internet angebunden und On-Demand eingesetzt werden. Aufgrund niedriger Investitionsauszahlungen konnte diese als Software-as-a-Service (SaaS) bezeichnete Dienstleistung gerade in der heutigen wirtschaftlich schwierigen Situation der Unternehmen weiter an Attraktivität gewinnen, so dass der Marktforscher IDC die prognostizierte Wachstumsrate für SaaS für das Jahr 2010 auf 40,5% angehoben hat (IDC 2009). Ein umfassendes Software Asset Management (SAM) über den gesamten Lebenszyklus der im Unternehmen eingesetzten Software wird daher nicht nur aus rechtlichen Aspekten immer wichtiger, sondern ebenfalls um unnötige Kosten einzusparen und finanzielle Risiken zu minimieren (KPMG 2008). Das Vertragsmanagement ist zwar Bestandteil der meisten Veröffentlichungen zum SAM, wird aber hauptsächlich auf operative Tätigkeiten reduziert und im Bezug auf ökonomische Optimierungsansätze bislang gegenüber den anderen Aufgaben, wie Bedarfsermittlung und Bedarfsabgleich, nur unzureichend vorangetrieben. Gerade die Veränderung und Erweiterung der Softwarelizenzverträge auf dynamische Modelle mit flexibler Ausgestaltungsmöglichkeit haben wesentlichen Einfluss auf die Kosten und Kostenrisiken im Nutzungszeitraum und müssen bei der Vertragsgestaltung berücksichtigt werden. So wird bspw. das Nutzungsrecht, das bei on-premises Applikationen bislang weitgehend dauerhaft galt, immer häufiger auf einen festen Zeitraum begrenzt. Zudem schränken Softwarehersteller den vergünstigten Umstieg (Upgrade) auf Nachfolgeversionen stark ein, so dass Lizenznehmer entweder wieder den vollen Versionspreis bezahlen oder sich vergünstigte Upgradekonditionen gegen eine Gebühr im Vertrag vorab sichern

müssen. Analog zu den Versionsupgrades können weitere Rechte (Optionen) auf eine Vergünstigung (Discount) für kostenpflichtige Leistungen, wie bspw. technischer Support bei Problemfällen oder Anwenderschulungen (vgl. Microsoft 2009c), fester Bestandteil des Lizenzvertrages sein oder können zusätzlich vereinbart werden. Diese Discountoptionen sind oftmals sehr teuer und führen, je nach vereinbarter Leistung und Höhe der Vergünstigung, zu sehr unterschiedliche Einsparungen im Nutzungszeitraum. Eine vernachlässigte oder pauschale Bewertung einer Vertragsoption als Teil des Vertragsmanagements kann sich hinterher als kostspielige Fehleinschätzung herausstellen. Eine Umfrage von Handelsblatt und Droege (2009) zeigt, dass Unternehmen in bestimmten Fällen auf die Inanspruchnahme im Lizenzvertrag enthaltener Discountoptionen nachträglich verzichten und diese dadurch ungenutzt verfallen: So gaben bspw. nur 2% der befragten Unternehmen an, ein Upgrade auf Windows Vista durchgeführt zu haben oder in Erwägung ziehen. Viele andere planen trotz Upgradeoption einen direkten Umstieg auf Windows 7. Umgekehrt können herstellerabhängige Leistungsoptionen, wie Softwareupgrades, für den Kunden wertlos sein, wenn der Bereitstellungszyklus die Laufzeit der Option überschreitet und eine vergünstigtes Upgrade dadurch ggf. ausgeschlossen wird (Giera 2007). Ein anderes Beispiel begrenzt ausgeschöpfter Vertragsleistungen zeigt die Abb. 1 mit einer Analyse unverbrauchter Gutscheine für kostenlose Anwenderschulungen (sog. Voucher) aus einem Lizenzvertragsverbund mehrerer Unternehmen wenige Monate vor Ende der Optionslaufzeit.

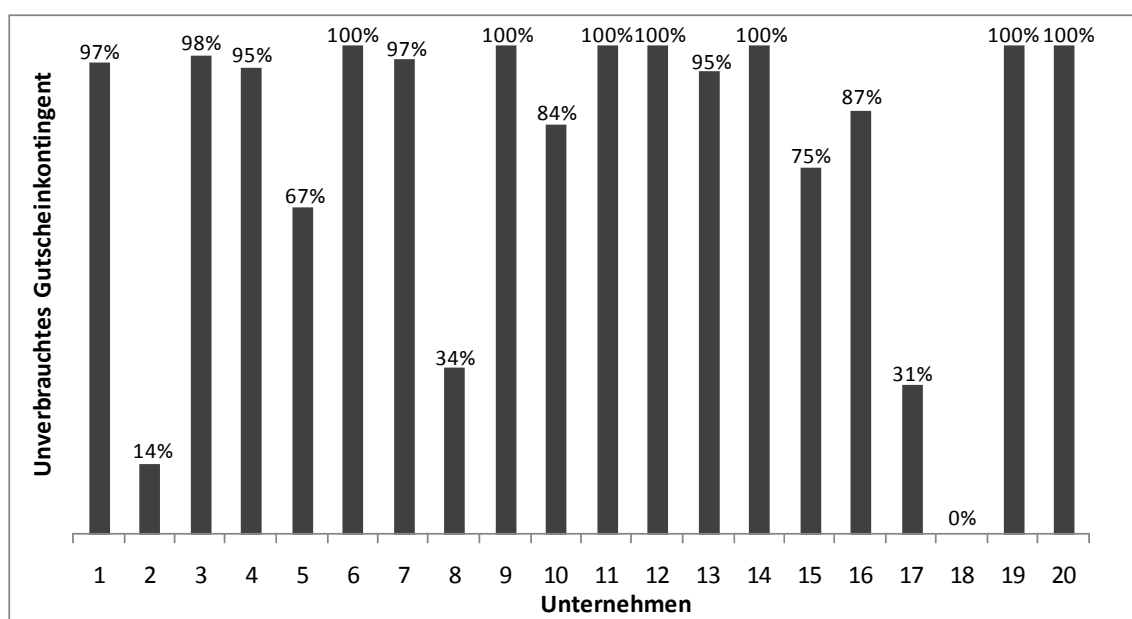


Abb. 1 Unverbrauchtes Kontingent an Schulungsgutscheinen in einem Lizenzvertragsverbund

Der gesamte Ausschöpfungsanteil liegt nach $\frac{3}{4}$ der Laufzeit bei unter 20%, wobei mehr als die Hälfte der Unternehmen über 95% ihrer Gutscheine nicht in Anspruch genommen haben. Das Beispiel zeigt, dass, selbst wenn die Leistungen kostenlos und seitens des Anbieters verfügbar sind, die Optionen nicht immer in dem Umfang ausgeübt werden, wie dies vertraglich möglich wäre. Dies liegt u. a. daran, dass der erzielte Vorteil aus der Leistung die erforderlichen Aufwendungen des Unternehmens (Reisekosten, Produktivitätsausfall,...) nicht in allen Fällen kompensiert.

Im Rahmen des SAM lassen sich Einsparungspotenziale bei der Gestaltung von Softwarelizenzverträgen nur dann optimal realisieren, wenn der Lizenznehmer Discountoptionen erkennt und in der ökonomischen Wirkung versteht. Bisherige Ansätze und Beiträge zur Bewertung von Lizenzvertragsoptionen sind wenig methodisch fundiert, berücksichtigen die Unsicherheiten in den Faktoren des Anbieters und Lizenznehmers zu gering oder sind zu sehr auf ein spezifisches Produkt eines Herstellers ausgerichtet. Eine Umfrage (Giera 2007) zeigt, dass Lizenznehmer dadurch häufig mehr für die Optionen bezahlen als sie letztlich damit einsparen.

Dieser Beitrag stellt auf Basis der Realoptionstheorie einen quantitativen Ansatz vor, der eine Discountoption in einem Softwarelizenzvertrag unter der Annahme idealisierter Rahmenbedingungen mit finanzwirtschaftlichen Methoden bewertet. Durch das gewonnene Verständnis kann ein Lizenznehmer die ökonomisch Wirkung dieser Vertragsbestandteile nachvollziehen, Bewertungsergebnisse interpretieren und dadurch Entscheidungen bei der Vertragsgestaltung fundieren. Das entwickelte Modell ermöglicht die Anwendung klassischer, analytischer Bewertungsmodelle und numerischer Lösungsansätze. Der nächste Abschnitt diskutiert, ausgehend vom Software Asset Management, Literaturquellen und Beiträge zum Thema Softwarelizenzierung, Vertrags- und Realoptionen, die für die Bewertung von Discountoptionen in Lizenzverträgen relevant sind. Anschließend wird ein quantitatives Modell vorgestellt, mit dessen Hilfe verschiedene Ausprägungen von Discountoptionen unter bestimmten Einschränkungen bewertet werden können. Im vierten Teil wird praxisnah gezeigt, wie der vorgestellte Lösungsansatz für einfache und komplizierte Fälle angewendet wird, bevor der Beitrag in der Zusammenfassung und dem Ausblick kritisch über die gewonnenen Erkenntnisse, die Grenzen und mögliche Erweiterungen des Bewertungsmodells diskutiert.

2 Softwarelizenzverträge und Realoptionen

Das Software Asset Management (SAM) ist ein prozessorientierter Ansatz, um das Software- und Lizenzmanagement im Unternehmen von der Beschaffung bis zur Entsorgung effektiv durchzuführen, um damit Kosten zu reduzieren, finanzielle und rechtliche Risiken zu minimieren (BSA 2009, S. 3) und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen (Rudd 2006, S. 9). Die Entwicklung und Einführung der ISO Norm 19770-1 (ISO) hat für das SAM einen internationalen Standard etabliert, an dem sich Unternehmen orientieren können. Diese Norm basiert auf den SAM Vorgaben der IT Infrastructure Library Version 3 (ITIL V3) und erweitert die ISO Norm 20000 für IT Service Management. Zu den Kernaktivitäten zählen die Bestandserfassungsprozesse, die Überprüfungs- und Einhaltungsprozesse sowie die Ablaufprozesse, zu denen auch das Management der Softwarelizenzverträge gehört (Groll 2009, S. 285). Wisotzky (2006, S. 6-9) und Müller et al. (2006, S. 14-18) zeigen, wie sich diese Prozessvorschläge im Unternehmen umsetzen lassen.

Softwarelizenzverträge

Beim Erwerb einer Software muss zwischen einer tatsächlichen Übertragung sämtlicher Rechte an der Software bzw. dem Code durch Softwarekauf und der Gewährung eines Nutzungsrechts einer Kopie der Software durch Lizenzierung unterschieden werden. Ein Softwarekauf erfolgt bei in Auftrag gegebener Entwicklung von Individualsoftware oder bei der Übernahme bereits entwickelter Module, Produkte oder Produktlinien von Standardsoftware (vgl. Stapperfend 1991, S. 87-94). Der Käufer darf diese Software uneingeschränkt nutzen, verändern und einzeln oder als Bestandteil in kommerziellen Produkten weitervermarkten. Im Falle einer Lizenzierung werden hingegen keine Rechte an der Software übertragen, sondern lediglich die im Lizenzvertrag festgelegten Nutzungsrechte an der Software dem Lizenznehmer für einen festgelegten Zeitraum gewährt (Sedlmeier 2006, S. 10). Je nach Dauer des Nutzungszeitraumes wird zwischen einem unbegrenzt gültigen Lizenzkauf (perpetual), einer zeitlich begrenzten Lizenzmiete (subscription) und einer ausschließlich nutzungsabhängigen Lizenzierung (on-demand) unterschieden. Verschiedene Nutzungszeiträume und Nutzungsbedingungen werden durch die Hersteller in Form von unterschiedlichen Lizenztypen angeboten. In den Arbeiten von Znidarsic (2006), Jarvinen et al. (2007) sowie Gull und Wehrmann (2009) werden Ansätze für die optimale Wahl und Kombination von verschiedenen Lizenztypen für

unterschiedliche Anforderungsprofile im Unternehmen gegeben. Mit der Vorteilhaftigkeit von vergünstigten Vertragsleistungen bzw. Discountoptionen in Lizenzverträgen haben sich ebenfalls bereits einige wenige Beiträge und Studien beschäftigt. So legt Julie Giera (Giera 2004, S. 4-8) für verschiedene Leistungen unternehmensunabhängig einen pauschalen Prozentsatz oder Betrag fest, der sich bei Abschluss der Option jährlich einsparen lässt und leitet daraus qualitative Handlungsempfehlungen ab. Gartner (2006, S. 5) geht bereits einen Schritt weiter und schätzt auf Basis der Leistungsbezugszeitpunkte, der Höhe des Discounts und des Betrages, der für die Discountoption zu bezahlen ist, die erforderliche Länge des Nutzungszeitraumes ab, ohne allerdings Unsicherheiten zu berücksichtigen. Microsoft macht es sich in seinem „Software Assurance Renewal Planning Guide“ (Microsoft 2008b) noch einfacher und quantifiziert die erzielbaren Einsparungen mit „... may save up to ... “ oder „...may reduce costs...“. Ähnliches gilt für den auf der Webseite angebotenen „Benefits Calculator“ (Microsoft 2009b), der lediglich die Summe aus Art und Anzahl der im Vertrag enthaltenen Leistungen mit dem vollen Discount berechnet. Unabhängig von der Art der Leistung bzw. Leistungsbereitstellung lässt sich eine Discountoption in einem Lizenzvertrag wie folgt definieren: *Eine Discountoption gewährt dem Lizenznehmer unmittelbar oder gegen Zahlung einer Prämie das Recht aber nicht die Pflicht, innerhalb der Vertragslaufzeit ein vom Anbieter bereitgestelltes Leistungskontingent zu einem reduzierten Preis zu beziehen.* Das im Kapitel drei vorgestellte Modell setzt auf dieser allgemeinen Struktur auf und ermöglicht damit eine Bewertung von verschiedenen Leistungsausprägungen mit einer Systematik. Leistungen, für die eine Discountoption im Lizenzvertrag vorliegen oder vereinbart werden kann, sind auszugsweise in Tab. 1 anhand ihrer Charakteristik aufgeführt.

Tab. 1 Discountoptionen auf Leistungen bei Softwarelizenzverträgen (Auszug)

Software	Nutzungsbedingungen	Anwenderunterstützung
<ul style="list-style-type: none"> • Upgrade- und Downgraderechte 	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung des ursprünglichen Lizenztyps 	<ul style="list-style-type: none"> • Anwenderschulung
<ul style="list-style-type: none"> • System- oder Produktwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrfachnutzung einer Lizenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemunterstützung und Support
<ul style="list-style-type: none"> • Verlängerung des Nutzungszeitraumes 	<ul style="list-style-type: none"> • Home-Use-Programme 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation und Konfiguration

Upgrade- und Downgraderechte ermöglichen dem Lizenznehmer zusätzlich Vorgänger- oder Nachfolgeversion einzusetzen (Microsoft 2008b; Salesforce.com 2009). Darüber hinaus bieten einige Lizenzverträge die Möglichkeit, einen System- oder Produktwechsel (sog. Crossgrade) vorzunehmen, um so bspw. eine Windows-Anwendung weiter auf einem Macintosh oder Linux System verwenden zu können (Adobe Systems 2008). Im Rahmen einer Verlängerung des Nutzungszeitraumes kann bspw. eine zeitlich begrenzte „Subscription“-Lizenz in eine unbegrenzt gültige „Perpetual“-Lizenz am Ende der Laufzeit umgewandelt werden (Microsoft 2009a; Mathematica 2009). Lizenztypen lassen sich teilweise gegen Aufpreis zu einem späteren Zeitpunkt wechseln, so dass bspw. eine Einzelplatzlizenz in eine Netzwerklizenz umgewandelt werden kann (Autodesk Software 2009). Einige Hersteller lassen zudem im Umfeld virtueller Systeme den Einsatz einer einzelnen Lizenz auf mehreren Systemen zu (Microsoft 2008a). Bei den Home-Use Programmen darf die betrieblich beschaffte Lizenz auch kostenlos zu Hause oder auf dem mobilen Gerät eingesetzt werden, wenn eine parallele Verwendung ausgeschlossen ist. Darüber hinaus gibt es häufig auch Discountoptionen für ein begrenztes Kontingent an vergünstigten Anwenderschulungen oder Supportleistungen im Problemfall über Telefon, Internet oder vor Ort. Das angebotene Leistungsspektrum geht hier bis zur Hilfe bei Installation und Konfiguration der Software im Unternehmen.

Finanzoptionen

Der Ursprung quantitativer Bewertungsansätze für Handlungs- oder Vertragsrechte liegt häufig in den Optionspreismodellen der Finanzwirtschaft, welche auch die Basis des vorgestellten Modells bilden: Eine Finanzoption gewährt das Recht, nicht die Pflicht, zu einem festen Zeitpunkt (europäische Option), zu mehreren Zeitpunkten (bermudische Option) oder innerhalb eines festgelegten Zeitraumes (amerikanische Option) einen bestimmten Basiswert (Underlying), bspw. ein Wertpapier (z.B. Aktien) oder ein handelbares Gut (z.B. Rohstoffe), zu einem vorher festgelegten Ausübungspreis (Basispreis) zu kaufen (Call-Option) oder zu verkaufen (Put-Option). Im Gegensatz zu einem Termingeschäft berechtigt die Vertragsposition eines Optionskäufers bzw. -inhabers (sog. Long-Position) auf eine Ausübung zu verzichten und diese ungenutzt verfallen zu lassen, wenn bspw. das Wertpapier am Markt unter bzw. über dem festgelegten Ausübungspreis notiert, (vgl. Hull 2001, S. 286). Der

Optionsverkäufer (sog. Short-Position) hat dieses Wahlrecht hingegen nicht und muss sich nach der Entscheidung des Käufers richten. Das von Fischer Black und Myron Scholes (Black und Scholes 1973) entwickelte, zeitstetige Black-Scholes-Modell (BSM) basiert bzgl. der Entwicklung des Basiswertes auf einem stochastischen Prozess (Wiener-Prozess) und ermöglicht, unter Berücksichtigung idealisierter Annahmen, die analytische Bewertung europäischer Finanzoptionen ohne die Berücksichtigung von Dividendenzahlungen. Das Binomial- oder Cox-Ross-Rubinstein-Modell (Cox et al. 1979) ist hingegen zeitdiskret und legt in Form eines Binomialbaums für jeden Zeitpunkt eine positive und negative Entwicklung des Basiswertes fest. Aufgrund des numerischen Ansatzes ist dieses Modell flexibler als von Black und Scholes und somit für die Bewertung von weitaus mehr Optionstypen geeignet. Liegen mehrere Risikofaktoren in Kombination mit komplizierten Optionseigenschaften vor, wie dies bei exotischen Optionen häufig der Fall ist, dann stößt auch das Binomialmodell schnell an seine Grenzen, so dass der Optionswert, bspw. mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation angenähert werden muss (Wilkens und Wilkens 2000, S. 109-134). Alle Optionspreismodelle beruhen auf dem finanzmathematischen Grundprinzip der Arbitragefreiheit, d.h. die Möglichkeit, einen risikolosen Gewinn ohne den Einsatz von Kapital am Finanzmarkt zu erzielen, wird ausgeschlossen (vgl. Brunner 2004, S. 11). Zwei Finanztitel müssen nach diesem Prinzip den gleichen Wert haben, wenn Sie über eine identische Auszahlungsstruktur verfügen. Durch Anwendung dieses Prinzips entspricht der faire Preis einer Option dem Wert einer beliebigen Kombination vorhandener Finanztitel, die eine gleiche Auszahlungsstruktur hat (Replikationsportfolio). Eine Erweiterung dieses Prinzips auf mehrere Perioden führt schließlich zum mehrstufigen Binomialmodell mit risikoneutraler Bewertung. Dieses fordert, dass der erwartete Ertrag von einer Periode zur nächsten dem risikolosen Marktzins entsprechen muss. Durch eine unendliche Verkleinerung der Zeitintervalle kann im Grenzwertfall das Binomialmodell unter bestimmten Annahmen auf das zeitkontinuierliche BSM schließlich überführt werden (vgl. Wilkens und Wilkens 2000, S. 138; Hilpisch 2006, S. 129; Hommel 2003, S. 261).

Realoptionen

Realwirtschaftliche Ausübungsrechte und Handlungsflexibilitäten in bspw. Verträgen oder Investitionsprojekten lassen sich analog zu den Finanztiteln als (Real)Optionen

betrachten, die für den Rechteinhaber zum Ausübungszeitpunkt einen Wert haben können. Die Realloptionstheorie versucht u.a. mit den etablierten Finanzoptionsmodellen, diese Rechte zu erkennen, zu beschreiben und möglichst genau zu bewerten. Unsicherheiten in Investitionsprojekten lassen sich dadurch umfangreicher berücksichtigen (Leslie und Michaels 1997) und Entscheidungen gegenüber einer ausschließlich kapitalwertorientierten Sichtweise besser fundieren (Dixit und Pindyck 1995). Zu diesem Ergebnis kommen auch Cobb und Charnes (2007), die einen umfassenden Literaturüberblick zur Bewertung von Realloptionen geben. Die Realloptionstheorie wird aufgrund der komplexen Bewertungsproblematik kontrovers diskutiert, die ökonomische Relevanz ist aber weitgehend akzeptiert und findet daher ein immer breiteres Anwendungsspektrum (vgl. Gamba und Fusari 2009). Eine Anwendung analytischer Bewertungsmethoden und Verfahren (z.B. BSM) aus der Finanzoptionstheorie führt bei Realloptionen häufig zu Schwierigkeiten, da i.d.R. nicht die gleichen Voraussetzungen wie am Kapitalmarkt vorliegen und unter den restriktiven Modellprämissen die unsicheren Optionsparameter, wie bspw. die Höhe und Entwicklung des Basiswertes, nicht immer exakt spezifiziert werden können (Hommel et al. 2001, S. 114-121). So ist vielfach fraglich, ob sich die Entwicklung auf idealisierte Annahmen, wie bspw. die Log-Normalverteilung mit Drift und Volatilität aufgrund fehlender Voraussetzungen oder Referenzdaten überhaupt übertragen lässt. Desweiteren sind Realloptionen häufig impliziter Bestandteil von Realinvestitionen und können dadurch nicht isoliert bewertet oder am Kapitalmarkt gehandelt werden. Dem Entscheider muss daher stets bewusst sein, dass bei Realloptionen der berechnete Wert vom tatsächlichen erheblich abweichen kann und eine Interpretation des Ergebnisses erforderlich ist. Wichtige Voraussetzung für die Anwendung der Realloptionstheorie und damit die Wahl des Bewertungsverfahrens ist die Feststellung des vorliegenden Optionstyps, der sich in den wenigsten Fällen durch eine einfache Call- oder Put-Option darstellen lässt. Im folgenden Abschnitt werden die Eigenschaften und die Auszahlungsstruktur einer Discountoption erläutert und das Bewertungsmodell vorgestellt.

3 Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen

Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen können, im Gegensatz zu anderen Rechten auf Leistungen, wie bspw. klassischen Wartungsverträgen, einige Unterschiede aufweisen. So ist die Möglichkeit auf eine neue Softwareversion

innerhalb der Vertragslaufzeit umzustiegen nur gegeben, nachdem der Hersteller eine neue Version entwickelt und bereitgestellt hat. Andere Leistungen, wie Anwenderschulungen, bekommt der Lizenznehmer zwar nur bis zu einer bestimmten Anzahl vergünstigt, dafür zu einem beliebigen Zeitpunkt innerhalb der gesamten Vertragslaufzeit. Für das Bewertungsmodell werden daher folgende Annahmen getroffen:

Modellannahmen

- (A1) Ein Lizenznehmer einer Subscription-Lizenz hat $M \in \mathbb{N}^+$ Discountoptionen O , mit denen er bis zum Laufzeitende T für die Inanspruchnahme einer festgelegten Leistung aus dem Leistungsangebot des Softwareanbieters jeweils eine Ermäßigung $D \in [0; 1]$ (Discount) bezogen auf den regulären Leistungspreis P realisieren kann.
- (A2) Die Ausübung der n -ten Discountoption O_n mit $n \leq M$ zum Ausübungszeitpunkt t_n verursacht beim Lizenznehmer einen zu jedem Zeitpunkt sicheren Ausübungspreis K (Basispreis, Strike), der sich aus dem ermäßigten Leistungspreis $(1 - D) \cdot P$ und einer zusätzlich notwendigen, sicheren Investitionsauszahlung I (für z.B. Test und Installation bei Softwareupgrades) zusammensetzt. Der Lizenznehmer realisiert durch die Leistung zum Zeitpunkt t_n den erwarteten Barwert $BWCF_n$ der zukünftigen Erträge (Basiswert, Underlying), durch bspw. Produktivitätssteigerung, zusätzliche Gewinne oder Kostenreduzierung, die sich als Folge des Erwerbs der Leistung des Lizenzanbieters für den Lizenznehmer zusätzlich einstellen würden. Der Basiswert $BWCF_n$ ist eine Zufallsvariable und unterliegt damit bis zum Ausübungszeitpunkt t_n einer Unsicherheit.
- (A3) Der Beginn z_n des möglichen Ausübungszeitraumes der Discountoption O_n ist bekannt und richtet sich entweder, unabhängig vom Nutzerbedarf, nach dem durch den Anbieter vorgegebenen, nächstmöglichen Ausübungszeitpunkt mit $z_n \geq t_{n-1}$, bspw. bei Softwareupgrades (asynchrone Leistungsbereitstellung), oder wird ausschließlich durch den gewünschten Bedarf des Nutzers bestimmt mit $z_n = t_{n-1}$, bspw. bei Anwenderschulungen oder Supportleistungen (synchrone Leistungsbereitstellung).

- (A4) Der Lizenznehmer maximiert den Kapitalwert der gesamten Investition, die aus der Ausübung der Option resultiert: Die Discountoption O_n wird vom Lizenznehmer daher erst zum Zeitpunkt $t_n \in [z_n; T]$ ausgeübt, wenn der erwartete Kapitalwert KW_n^S bei sofortiger Leistungsausübung, bestehend aus dem erwarteten Barwert der Cash-Flows $BWCF_n$ abzüglich des Ausübungspreises K , den erwarteten Kapitalwert KW_n^V für die Nichtausübung bzw. weitere Verzögerung der Optionsausübung übersteigt.
- (A5) Der stetige Kalkulationszins p.a. beträgt im gesamten Zeitraum r . Betrachtet werden die Discountoptionswerte OW_n bzw. der Gesamtwert GOW der M Discountoptionen zum Zeitpunkt t_0 des Vertragsabschlusses.

Für die Berechnung des Optionswertes sind zwei relevante Ausübungsschwellen von Bedeutung. Der ermäßigte Ausübungspreis K bildet die untere Schwelle, die vom Basiswert $BWCF$ überschritten werden muss, damit die Leistungsausübung für den Lizenznehmer mit Discountoption vorteilhaft ist. Überschreitet der Basiswert zusätzlich den regulären Ausübungspreis ($K + D \cdot P$ bzw. $I + P$), dann ist die Leistungsausübung auch ohne Option vorteilhaft (obere Schwelle). Dies bedeutet, dass für Basiswerte über der oberen Schwelle Lizenznehmer mit Option gegenüber Lizenznehmern ohne Option keine zusätzlichen Vorteile über den Wert des Discounts haben, da beide gleichermaßen vom Zuwachs des $BWCF$ profitieren. Der mögliche Optionsvorteil zum Ausübungszeitpunkt ist dadurch auf die Differenz (Spread) der beiden Ausübungspreise bzw. den Discount D als Höchstwert (Cap) begrenzt. Die folgende Abb. 2 veranschaulicht die Situation bei einer Leistungsausübung mit und ohne Optionen zu einem möglichen Ausübungszeitpunkt, wobei für den Basiswert beispielhaft eine stetige Verteilung $P(BWCF)$ unterstellt wurde.

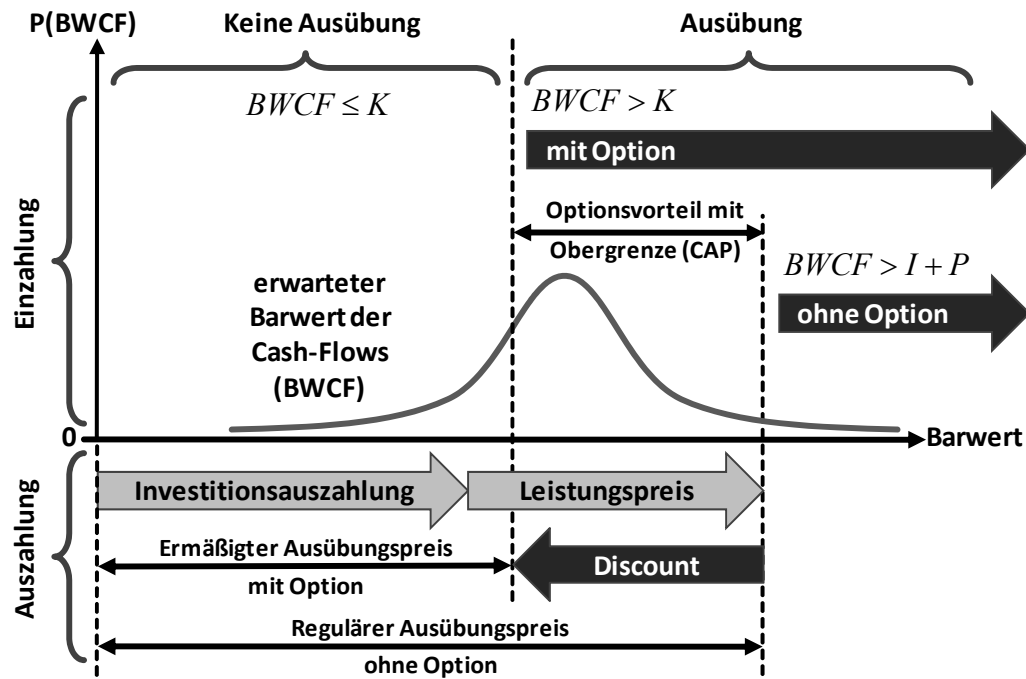


Abb. 2 Leistungsausübung mit und ohne Discountoption zum Ausübungszeitpunkt

Die Handlungsflexibilität, eine Leistung vom Serviceanbieter zu beziehen, um damit zusätzliche Cash-Flows zu generieren, entspricht dem Halten einer Call-Option (Long Call). Da diese Handlungsflexibilität aber nicht dem Optionsinhaber exklusiv zur Verfügung steht, sondern dieser maximal von dem gewährten Discount profitiert, bleibt der Optionswert zum Ausübungszeitpunkt für Basiswerte über dem regulären Ausübungspreis ($BWCF > I + P$) auf diesen Discount begrenzt. Es liegt somit eine Capped-Call-Option mit begrenztem Höchstwert, ein sog. Hausse- oder Bull-Spread (vgl. Hull 2001, S. 322), vor. Ein Bull-Spread kann durch die Kombination eines Long Call mit niedrigem (ermäßigtem) Ausübungspreis und einem Short Call (Verkauf einer Call-Option) mit höherem (regulärem) Ausübungspreis konstruiert werden. Tab. 2 fasst die grundlegenden Optionstypenbezeichnungen zusammen.

Tab. 2 Übersicht von Optionstypenbezeichnungen

Optionstyp	Beschreibung
Europäische Option	Ausübung der Option nur am Ende der Laufzeit möglich.
Bermudische Option	Ausübung der Option zu mehreren Zeitpunkten innerhalb der Laufzeit möglich.
Amerikanische Option	Ausübung der Option während der gesamten Laufzeit möglich.
Call-Option	Kaufoption mit dem Recht zum Kauf des Basiswerts zum Ausübungspreis.
Put-Option	Verkaufsoption mit dem Recht zum Verkauf des Basiswerts zum Ausübungspreis.
Long Call	Käufer einer Kaufoption.

Long Put	Käufer einer Verkaufsoption.
Short Call	Verkäufer einer Kaufoption, mit der Pflicht zum Verkauf des Basiswerts zum Ausübungspreis.
Short Put	Verkäufer einer Verkaufsoption, mit der Pflicht zum Kauf des Basiswerts zum Ausübungspreis.
Capped Call	Auch „Bull Spread“ oder „Hausse Spread“ genannt, ist eine Kombination aus einem Long Call oder Long Put mit niedrigem Ausübungspreis und einem Short Call oder Short Put mit höherem Ausübungspreis.
Capped Put	Auch „Bear Spread“ oder „Baisse Spread“ genannt, ist eine Kombination aus einem Short Call oder Short Put mit niedrigem Ausübungspreis und einem Long Call oder Long Put mit höherem Ausübungspreis.

Für die Discountoption im Lizenzvertrag muss berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um ein nachbildendes Konstrukt handelt, das nicht real am Kapitalmarkt gehandelt werden kann. Abb. 3 zeigt die schematische Auszahlungsstruktur eines Bull-Spreads bzw. einer Discountoption zum Ausübungszeitpunkt mit Berücksichtigung des Optionspreises.

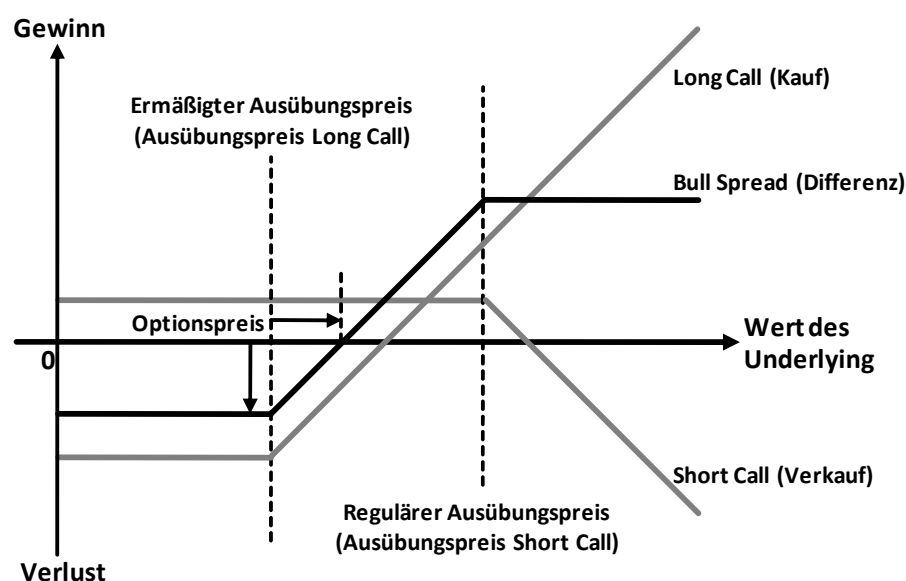


Abb. 3 Schematische Auszahlungsstruktur einer Discountoption bei Fälligkeit

Der mögliche Verlust des Long Call wird durch die Short Call Position zunächst reduziert. Mit steigendem Basiswert gewinnt der Long Call ab dem ermäßigten Ausübungspreis kontinuierlich an Wert, bis die Short Call Position ab dem regulären Ausübungspreis jeden weiteren Wertzuwachs des Long Call kompensiert. Dadurch bleibt der zunächst steigende Wert der Discountoption ab dem regulären Ausübungspreis konstant. Der Optionswert OW_n zum Vertragsbeginn t_0 der

amerikanischen Discountoption O_n mit Ausübungszeitraum $[z_n; T]$ entspricht somit dem Optionswert eines amerikanischen Bull-Spreads, der durch die Differenz aus dem Optionspreis des Long Call (OW_n^{LC}) mit ermäßigtem (K) und dem Optionspreis des Short Call (OW_n^{SC}) mit regulären Ausübungspreis ($K + D \cdot P$) zum Basiswert $BWCF_n$ ermittelt werden kann.

$$(1) \quad OW_n(t_0) = OW_n^{LC}(BWCF_n, K, z_n, T) - OW_n^{SC}(BWCF_n, K + D \cdot P, z_n, T)$$

Gibt es nur eine Discountoption O mit festem Ausübungszeitpunkt, wie dies bspw. bei einer vergünstigten Lizenzumwandlungsoption zum Ende der Laufzeit T der Fall ist ($z_n = T$), liegt eine europäische Discountoption vor, deren Wert OW mit Hilfe des Black-Scholes-Modells analytisch ermittelt werden kann. Voraussetzung ist allerdings, dass ein log-normalverteilter $BWCF$ (Geometrische Brownsche Bewegung) mit konstanter Volatilität, die sich am Finanzmarkt mittlerweile empirisch als falsch herausgestellt hat (Eraker 2004), vorliegt oder mit Einschränkungen angenommen werden kann. Die folgende Formel bildet die Differenz aus dem europäischen Long Call und dem europäischen Short Call in BSM-Notation, wobei Φ die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung und σ die Volatilität des $BWCF$ bezeichnet:

$$OW(t_0) = BWCF \cdot (\Phi(d_1) - \Phi(d_3)) - (K \cdot \Phi(d_2) - (K + D \cdot P) \cdot \Phi(d_4)) \cdot e^{-r \cdot (T - t_0)}$$

$$(2) \quad \text{mit } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{BWCF}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T - t_0)}{\sigma \cdot \sqrt{T - t_0}} \text{ bzw. } d_3 = \frac{\ln\left(\frac{BWCF}{K + D \cdot P}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T - t_0)}{\sigma \cdot \sqrt{T - t_0}}$$

$$\text{und } d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T - t_0} \text{ bzw. } d_4 = d_3 - \sigma \cdot \sqrt{T - t_0}$$

Bei einem normalverteilten $BWCF$ (Arithmetische Brownsche Bewegung), der somit auch negative Werte annehmen kann, entspricht der Optionswert unter Verwendung von φ als Dichtefunktion der Standardnormalverteilung (vgl. Liu 2005):

$$(3) \quad OW(t_0) = \sigma \cdot \sqrt{T - t_0} \cdot (d_1 \cdot \Phi(d_1) - d_2 \cdot \Phi(d_2) + \varphi(d_1) - \varphi(d_2)) \cdot e^{-r \cdot (T - t_0)}$$

$$\text{mit } d_1 = \frac{BWCF + r \cdot (T - t_0) - K}{\sigma \cdot \sqrt{T - t_0}} \text{ bzw. } d_2 = \frac{BWCF + r \cdot (T - t_0) - K + D \cdot P}{\sigma \cdot \sqrt{T - t_0}}$$

Der Gesamtoptionswert GOW der vertraglich vereinbarten Discountoption zum Zeitpunkt t_0 lässt sich folglich mit der Summe der M Optionswerte $OW_n(t_0)$ bestimmen:

$$(4) \quad GOW = \sum_{n=1}^M OW_n(t_0)$$

Die meisten Discountoptionen in einem Softwarelizenzvertrag lassen sich, unabhängig von der Problematik der Parameterschätzung, allerdings aufgrund der Komplexität in der Struktur und den Unsicherheitsfaktoren nicht mit einem analytischen Ansatz bewerten. Die Schwierigkeit in der Bewertung entsteht zum einen durch die Möglichkeit, die Option erst nach Leistungsbereitstellung (vgl. Annahme 3) in einem bestimmten Zeitraum (vgl. Annahme 4) ausüben zu können, wodurch meist eine amerikanische Discountoption mit variablem Laufzeitbeginn vorliegt. Zum anderen hat der Lizenznehmer für eine Leistung in der Regel nicht nur eine Option, sondern eine Serie mit $M > 1$ zu Verfügung, die sich zwar auf die gleiche Leistung beziehen (vgl. Annahme 1), aber deren Optionswert sich u. U. gegenseitig beeinflussen kann: Werden die Ausübungszeitpunkte der Optionen als Sequenz aufgefasst, dann beginnt die Laufzeit der Option $n + 1$ frühestens mit Ausübung der Option n (vgl. Annahme 2). Im Vergleich zu Discountoptionen am Finanzmarkt, deren Ausübung grundsätzlich keine Auswirkung auf den Wert noch nicht ausgeübter Optionen hat, kann die Ausübung einer Realoption durch das begrenzte Umfeld durchaus Auswirkungen auf den Basiswert folgender Realoptionen haben. Dies lässt sich an einem einfachen Beispiel, wie den Anwenderschulungen, illustrieren. Die erste Anwenderschulung wird durchgeführt, wenn der erzielbare Produktivitätsgewinn den Ausübungspreis übersteigt und eine weitere Verzögerung der Schulungsmaßnahme nachteilig wäre. Durch diese Schulung hat der erzielbare Produktivitätsgewinn folgender, nicht vollständig themendisjunkter Anwenderschulungen u. U. aber abgenommen, da der Wissenszuwachs bei den Mitarbeitern aufgrund der ersten Schulung geringer ausfallen würde. Daraus folgt unmittelbar, dass der Gesamtwert GOW der Discountoptionen mit steigendem M nicht beliebig

groß werden kann und Abhängigkeiten zwischen den Optionen - vergleichbar mit Compound-Optionen - bei der Bewertung berücksichtigt werden müssen. Abb. 4 veranschaulicht den Sachverhalt am Beispiel von Softwareupgrades. Die Zeitpunkte z_n der Leistungsbereitstellung sind asynchron vom Nutzerbedarf und fallen daher nicht zwangsläufig mit dem Ausübungszeitpunkt t_n zusammen.

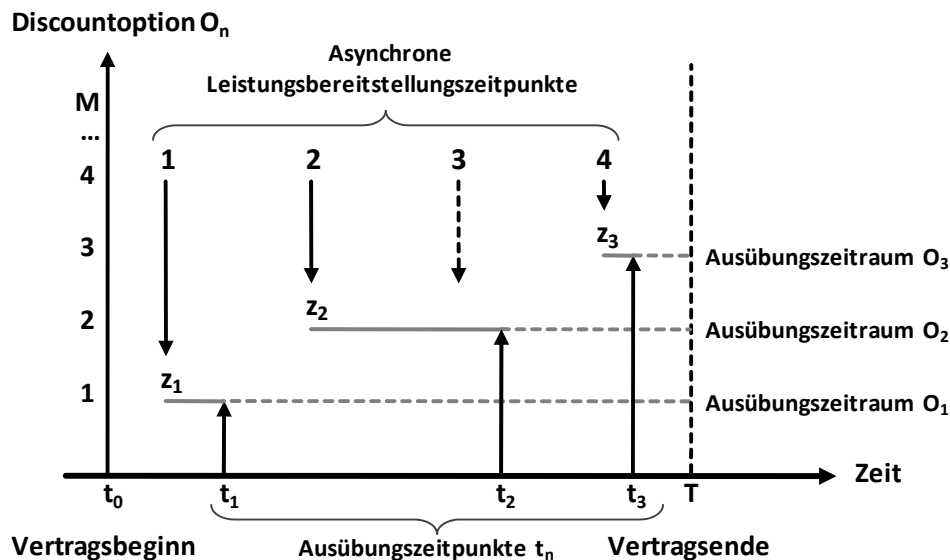


Abb. 4 Abfolge vergünstigter Softwareupgrades im Zeitablauf

Das erste Upgrade zum Zeitpunkt z_1 wird durch den Lizenznehmer nicht sofort zum Beginn des Ausübungszeitraumes, sondern erst verzögert zum Zeitpunkt t_1 ausgeführt, da dadurch bspw. ein höherer Kapitalwert erzielt werden kann. Das zweite bereitgestellte Upgrade wird übersprungen, um anschließend das dritte Upgrade mit der zweiten Discountoption O_2 in Anspruch zu nehmen. Der Ausübungszeitraum der dritten Option O_3 beginnt erst zum Zeitpunkt z_3 , auf den direkt die Ausübung t_3 kurz vor Vertragsende folgt. Die Bereitstellungszeitpunkte z_n sind sicher, wenn der Hersteller bspw. genaue Angaben über den Upgradezyklus macht und diesen auch einhält, oder unsicher und zufällig verteilt, wenn keine exakten Informationen vorliegen und bspw. eine Orientierung nur an historischen Daten möglich ist.

Für das dargestellte Beispiel der Softwareupgrades ist ein Bewertungsansatz auf Basis des BSM selbst unter den idealisierten Annahmen nicht mehr möglich, da die Ausübungszeitpunkte nicht mehr fest vorgegeben sind und die Optionswerte sich durch die Ausübung gegenseitig beeinflussen. Zur Lösungsfindung kann in diesem

Fall, wie bei komplexen Finanzoptionen auch, eine numerische Approximation herangezogen werden. Im nächsten Abschnitt werden mögliche Lösungsansätze für verschiedene Szenarien vorgestellt und anhand von Beispielen veranschaulicht.

4 Optionspreisbestimmung von Discountoptionen bei Softwarelizenzverträgen

Für den einfachen Fall einer europäischen Discountoption wurde bereits gezeigt, dass eine analytische Lösung mit dem BSM (Formel 2 & 3) theoretisch möglich ist, indem die Differenz der Optionswerte beider Call Positionen berechnet wird. An einem Beispiel wird eine entsprechende Situation, deren Lösungsansatz sowie der Ergebnisunterschied im Vergleich zu den bisher üblichen Ansätzen gezeigt.

Situation:

Eine begrenzt gültige Einzelplatzlizenz kann am Ende der Vertragslaufzeit von 2 Jahren in eine Lizenz mit unbegrenzter Laufzeit umgewandelt werden. Auf die sonst fällige Lizenzgebühr von 1000 *EUR* gibt es durch diese Option einen Discount von 50%. Zusätzlich gelten noch folgende Annahmen:

- Es fallen keine weiteren Investitionsauszahlungen an.
- Die Möglichkeit von Upgrades besteht nur vor der Umwandlung während der 2-jährigen Vertragslaufzeit.
- Der Barwert der durch den verlängerten Einsatz der Einzelplatzlizenz erzielten Cash-Flows *BWCF* wird auf 750 *EUR* geschätzt.
- Da der Barwert der Cash-Flows unsicher ist, wird, um eine Anwendung des BSM zu ermöglichen, vereinfachend eine Log-Normalverteilung und eine Schwankung (Volatilität) von 20% p.a. unterstellt.
- Der Kalkulationszins r beträgt 4% p.a (risikoloser im BSM).

Lösungsansatz:

Die Anwendung der Black-Scholes-Formel mit folgenden Parametern

$$BWCF = 750; K = 500; P = 1000; D = 50\%; \sigma = 20\%; r = 4\%; T = 2$$

führt mit Hilfe eines BSM-Rechners (bspw. Schlecht & Partner 2009), der für o.g. Parameter den Optionswert der Call Optionen auf Basis des Black-Scholes-Models berechnet, zu folgendem Ergebnis:

Wert des Long Call mit Basispreis 500 *EUR*: $OW^{LC} = 291,34 \text{ EUR}$

Wert des Short Call mit Basispreis 1000 *EUR*: $OW^{SC} = 31,54 \text{ EUR}$

Wert der Discountoption: $OW = OW^{LC} - OW^{SC} = 259,80 \text{ EUR}$

Obwohl die tatsächliche Wahrscheinlichkeit, dass der *BWCF* den reduzierten Ausübungspreis *S* übersteigt und damit die Option ausgeübt wird, über 96% beträgt, liegt der berechnete Optionswert deutlich unter den bisher üblichen Ansätzen (vgl. Kapitel 2), die einen Wert in Höhe des vollen (500 *EUR*), bestenfalls des erwarteten Discounts ($96\% \cdot 500 \text{ EUR} = 480 \text{ EUR}$) ansetzen würden.

Das Beispiel zeigt, dass die Bewertung einer Discountoption ausschließlich auf Basis des Discountbetrages zu falschen, i.d.R. überhöhten Ergebnissen führen kann. Diese Überbewertung wird von Lizenzanbietern allerdings durchaus bewusst angestrebt, um im Rahmen des Lizenzvertrages so hohe Lizenzkosten in Teilen zu kompensieren und damit die Software für den Lizenznehmer günstiger erscheinen zu lassen.

Die Bewertung einer amerikanischen Discountoptionsserie mit asynchroner oder synchroner Bereitstellung der Leistung, wie dies bspw. bei kostenlosen Softwareupgrades oder bei einem Kontingent an Schulungsgutscheinen der Fall ist, muss aufgrund der vorliegenden Unsicherheit des Ausübungszeitpunktes und der seriellen Abhängigkeit der Ausübungszeiträume numerisch approximiert werden. Ein dafür einsetzbares Verfahren ist die numerische Rückwärtsinduktion mit risikoneutraler Bewertung für diskrete Ausübungszeitpunkte (Wilkens und Wilkens 2000, S. 70). Die Grundidee besteht darin, eine amerikanische Option O_n durch eine bermudische Option abzubilden, die sich nur zu bestimmten Zeitpunkten $u_m \in [z_n; T]$ ausüben lässt. Die Ermittlung der betrachteten Erwartungswerte erfolgt unter dem zur jeweils tatsächlichen Wahrscheinlichkeitsverteilung äquivalenten risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß Q . Dieses berücksichtigt eine vorhandene Risikoprämie direkt in der synthetischen Verteilung, so dass eine Diskontierung der Erwartungswerte anschließend mit dem risikoneutralen Zins erfolgen kann (vgl. Brunner 2004, S. 11-13; Meyer 2006, S. 77). Zu jedem diskreten Zeitpunkt u_m entscheidet der Lizenznehmer, ob eine sofortige Ausübung gegenüber einer Verzögerung bis zum nächstmöglichen Entscheidungszeitpunkt u_{m+1} vorteilhaft ist.

Die Entscheidung über die Ausübung von Discountoptionen in einem Softwarelizenzvertrag zum Zeitpunkt u_m orientiert sich allerdings nicht am sofort realisierbaren Optionswert $OW_n(u_m)$, sondern am sofort erzielbaren Kapitalwert $KW_n^S(u_m)$ und dem Kapitalwert $KW_n^V(u_m)$ bei verzögerter Ausübung, der nicht begrenzt und damit weitaus höher als der maximal erzielbare Discount ausfallen kann (vgl. Annahme 4). So kann es im Gegensatz zu einem Bull-Spread am Finanzmarkt vorteilhaft sein, die Optionsausübung weiter zu verzögern, obwohl der Optionswert selbst bereits seine Obergrenze (Cap) bzw. den Discount $D \cdot P$ erreicht hat. Der zum Zeitpunkt $t_n = u_m$ sofort erzielbare Kapitalwert $KW_n^S(u_m)$ lässt sich aus dem erwarteten Barwert $BWCF_n(u_m)$ der Cash-Flows, dessen Wert, der bspw. durch eine numerische Simulation vorliegt, und dem sicheren Ausübungspreis K berechnen. Der erwartete Kapitalwert $KW_n^V(u_m)$ der Verzögerung zum Zeitpunkt u_m , für den aufgrund der Nichtausübung stets $KW_n^V \geq 0$ gilt, kann unter der Voraussetzung eines risikoneutralen Bewertungsansatzes aus dem diskontierten Erwartungswert unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß Q des maximal erzielbaren Kapitalwertes zum Zeitpunkt u_{m+1} ermittelt werden, der wiederum auf der dann vorliegenden Entscheidung des sofortigen Ausübens oder weiteren Verzögerns beruht. Die Berechnung der Erwartungswerte KW_n^V und somit die Bestimmung des optimalen Ausübungszeitpunktes t_n erfolgt induktiv rückwärts ($u_{m+1} \rightarrow u_m$) angefangen vom Ende der Laufzeit T bis zum frühestmöglichen Ausübungszeitpunkt z_n der Option O_n .

$$(5) \quad KW_n^V(u_m) = E_Q(\max(KW_n^S(u_{m+1}); KW_n^V(u_{m+1})) \cdot e^{-r \cdot (u_{m+1} - u_m)})$$

Beginnend bei z_n wird die Option nun zum Zeitpunkt u_m ausgeübt, wenn der Kapitalwert für sofortiges Ausüben größer als für weiteres Verzögern ist. Für den optimalen Ausübungszeitpunkt t_n^* der Option O_n gilt demnach:

$$(6) \quad KW_n^S(u_m) > KW_n^V(u_m) \Rightarrow t_n^* = u_m$$

Der Optionswert OW_n entspricht dem auf den Zeitpunkt t_0 diskontierten Erwartungswert des Maximums aus dem realisierten Kapitalwert zum Ausübungszeitpunkt t_n^* und dem Discount $D \cdot P$ als Obergrenze:

$$(7) \quad OW_n(t_0) = E_Q(\min(KW_n^S(t_n^*); D \cdot P) \cdot e^{-r \cdot (t_n^* - t_0)})$$

Zusätzlich gelten noch folgende Annahmen:

- Die Vertragslaufzeit beträgt 3 Jahre und es wird pro Quartal entschieden, ob ein Upgrade durchgeführt wird.
- Der Hersteller kündigt ein Upgrade (z_1) im 2. Quartal des ersten Jahres und ein weiteres (z_2) in 4. Quartal des zweiten Vertragsjahres an.
- Der Barwert $BWCF$ in t entspricht dem auf t bezogenen, barwertigen Erwartungswert der zusätzlichen Cash-Flows, die durch ein Upgrade erzielt werden, wobei das Maximum bspw. aufgrund einer reduzierten Fehlerquote erst im 2. Quartal nach der Bereitstellung erreicht wird und danach aufgrund entgangener Einzahlungen wieder fällt. Der $BWCF$ wird hier für genau 1 Upgrade diskret, bspw. aufgrund vorliegender Daten aus vergangenen Upgrades, für jede Periode einzeln abgeschätzt. Alternativ könnte auch eine Zufallsvariable mit beliebiger Verteilung simuliert werden.
- Die Investitionsauszahlungen für die Migration auf eine neue Softwareversion bei einem Upgrade betragen $I = 75 \text{ Tsd. EUR}$ (150 EUR pro Lizenz).
- Der Kalkulationszins r beträgt 4% p.a.
- Eine Risikoprämie (Q) wird nicht berücksichtigt.

Lösungsansatz:

Das Beispiel löst das Bewertungsproblem einer amerikanischen Call-Option bzw. Compound-Option bei mehreren Upgrades durch eine (zweistufige) Rückwärtsinduktion auf. Tab. 3 beschreibt die Parameter, die in Tab. 4 an dem simulierten Pfad für die zwölf Quartale der Vertragslaufzeit als Erwartungswert $BWCF$, Investitionsauszahlung I und resultierender Kapitalwert KW gegenüber gestellt und berechnet werden. Zunächst wird der optimale Ausübungszeitpunkt t^* der ersten Option O_1 und damit der Optionswert OW_1 in t_0 berechnet. Die erwarteten Barwerte (in Tsd. EUR) der erzielbaren Cash-Flows bei Ausübung in der entsprechenden Periode wurden beispielhaft angegeben, was ebenfalls auf Basis einer Simulation durchgeführt werden könnte.

Tab. 3 Beschreibung der Parameter

Parameter	Beschreibung
Periode t	Nummer der Zeitperiode innerhalb der Vertragslaufzeit.
Upgrade z	Upgrade welches in der Periode t zur Verfügung steht.
Erwartungswert $BWCF$ in t	Barwertiger Erwartungswert der zusätzlichen (unsicheren) Cash-Flows, wenn das Upgrade in dieser Periode durchgeführt wird.
Investitionsauszahlung I in t	Sichere Investitionsauszahlung, wenn das Upgrade in dieser Periode

Kapitalwert KW^S in t bei Ausübung	Summe aus BWCF und I in t , wenn das Upgrade in dieser Periode durchgeführt wird.
Kapitalwert KW^V in t bei Verzögerung	Kapitalwert in t , wenn das Upgrade erst später durchgeführt wird. Dies entspricht dem diskontierten Maximum der Kapitalwerte in $t+1$.
Optionswert OW in t	Vorteil bzw. Wert der Option zum Zeitpunkt der Ausübung. Dies entspricht dem Maximum aus dem Kapitalwert bei Ausübung und dem Discount.
Optionswert OW in t_0	Auf den Zeitpunkt t_0 (Vertragsbeginn) diskontierter Optionswert OW in t .

Tab. 4 Berechnung der Ergebnisse

Vertragsjahr	1				2				3			
Quartal	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Periode t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Upgrade z		1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Erwartungswert BWCF in t	0	30	50	70	60	50	40	100	125	150	130	110
Investitionsauszahlung I	0	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75
Kapitalwert KW^S bei Ausübung	0	-45	-25	-5	-15	-25	-35	25	50	75	55	35
Kapitalwert KW^V bei Verzögerung	0	69,3	70,0	70,7	71,4	72,1	72,8	73,5	74,3	54,5	34,7	0,0
Optionswert OW in t	0	0	0	0	0	0	0	25	50	50	50	35
Optionswert OW in t_0	0	0	0	0	0	0	0	18,3	35,1	33,8	32,5	21,9

Der optimale Ausübungszeitpunkt t^* des Upgrades, bei dem eine weitere Verzögerung nachteilig gegenüber der sofortigen Ausübung wäre, liegt im dritten Jahr bei $t^* = 10$ und ist damit nicht identisch mit der Periode, bei welcher der diskontierte Optionswert maximal ist ($t = 9$). Im konkreten Beispiel bzw. Simulationspfad findet ein Upgrade erst verzögert im zweiten Quartal des dritten Jahres statt, obwohl das erste Upgrade bereits nach einem Quartal und ein weiteres Upgrade im vierten Quartal des zweiten Jahres möglich gewesen wären. Dies liegt daran, dass der Entscheider nur den Kapitalwert berücksichtigt und bereit ist, auf einen besseren Zeitpunkt zu warten, wenn dies vorteilhaft ist.

Für den Fall, dass eine Ausübung des ersten Softwareupgrades vorteilhaft ist ($t = 2$ bis $t = 7$), müsste analog noch der Wert OW_2 der Option O_2 durch eine zweite Rückwärtsinduktion berücksichtigt werden, wobei der veränderte BWCF für die Perioden $t = 8$ bis $t = 12$ dann neu approximiert werden müsste.

Der Gesamtoptionswert GOW der Discountoption beträgt $33,8 Tsd. EUR$ und entspricht in diesem Beispiel damit einem Drittel des Wertes für zwei reguläre Softwareupgrades i.H.v. $100 Tsd. EUR$. Der Abschluss einer Discountoption für Softwareupgrades würde sich somit lohnen, wenn der Preis dafür bei unter einem Drittel des Lizenzpreises liegt.

Das vorgestellte Beispiel zeigt, wie mit Hilfe der numerischen Rückwärtsinduktion komplex strukturierte Discountoptionen und Optionsserien bewertet werden können. Eine realitätsnahe Approximation des erwarteten Barwerts $BWCF$ der Cash-Flows für die unterschiedlichen Perioden innerhalb des Ausübungszeitraumes stellt hierbei die größte Herausforderung dar, vor allem dann, wenn die Ausübung einer vorgelagerten Option auf diesen einen Einfluss hat. Andere Unsicherheiten, wie bspw. der Bereitstellungszeitpunkt der Upgrades, können im Rahmen einer modifizierten Simulation ebenfalls berücksichtigt werden. Bei einer Optionsserie mit sehr vielen unsicheren Parametern (Dimensionen) und feingranularen Zeitintervallen kann der Simulationsaufwand allerdings schnell ansteigen, so dass für die Berechnung und Simulation selbst effiziente Verfahren und Algorithmen eingesetzt werden müssen, um den Berechnungsaufwand zu reduzieren. Eine hierfür anwendbare Methodik sind „Sparse Grids“ (dünne Gitter), welche die numerische Komplexität mehrdimensionaler Problemstellungen deutlich reduzieren (Mertens 2005) oder die Methode der kleinsten Quadrate von Longstaff und Schwartz (2001).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz lizenzpflichtiger Standardsoftware als on-premises- oder SaaS-Lösung spielt in Unternehmen eine immer wichtigere Rolle, so dass den damit verbundenen Kosten und Risiken im Rahmen des Software Asset Managements mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Im Lizenzvertrag enthaltene Discountoptionen auf vergünstigte Leistungen haben erheblichen finanziellen Einfluss während der Nutzungsdauer der Software und sollten daher vom Lizenznehmer bei der Entscheidungsfindung verstanden und berücksichtigt werden. Ausgehend von Bewertungsmodellen für Finanzoptionen wurde die Realoptionsmethode als möglicher Ansatz vorgestellt, um Discountoptionen zu beschreiben und zu bewerten. Die Übertragung und Anwendung

finanzmarktspezifischer Annahmen auf realwirtschaftliche Investitionsprojekte, wie dies im Fall des Black-Scholes-Modell notwendig wird, kann die Realoptionstheorie bei der Schätzung der Inputparameter an ihre Grenzen führen und damit einen analytischen Bewertungsansatz sogar ausschließen. Der Beitrag hat gezeigt, dass eine Discountoption einer Capped-Call-Option bzw. einem Bull-Spread entspricht und mit dafür geeigneten Verfahren grundsätzlich bewertet werden kann. Liegen viele Unsicherheitsfaktoren, wie eine verzögerte Ausübungsmöglichkeit oder eine Optionsserie, gleichzeitig vor, helfen numerische Ansätze auf Basis von Simulationen, wie die Rückwärtsinduktion, sich einer adäquaten Lösung dieses Problems, zumindest in Schritten, anzunähern. An zwei Beispielen wurde gezeigt, wie sich der Wert einer Discountoption unter der Voraussetzung idealisierter Annahmen mit dem vorgestellten Modell ermitteln lässt und zu welchem Unterschied dies gegenüber einer vereinfachten Vorgehensweise, die immer den vollen Discount als Optionswert ansetzt, führt. Entscheidungen des Lizenznehmers im Vertragsmanagement von Softwareverträgen lassen sich durch das gewonnene Verständnis besser fundieren oder mit Einschränkungen sogar ökonomisch begründen. Für den Lizenzgeber kann dies aber auch ein Instrument zur besseren Preisgestaltung von Lizenzverträgen sein, wenn er das Bewertungskalkül des Lizenznehmers kennt. Ausgehend von der ausschließlichen Optionsbewertung sollten Unternehmen darüber hinaus eine Optionsstrategie entwickeln, um so mehr Discounts auf Schulungen oder kostenlose Supportanfragen zu verlangen, wenn die Personalstruktur dies erfordert. Zur Schaffung dieser Flexibilität sollten die Softwarehersteller von den starren Discountoptionspaketen, die ein festes Kontingent verschiedener Discountoptionen pro Lizenz oder Umrechnungsschlüsseln enthalten, abrücken und auf Wechsel- oder Kaufmodelle mit mehr Wahlfreiheit setzen. Eine interessante Erweiterung des Modells ist die Untersuchung von weiteren Optionstypen, wie bspw. Ausstiegsoptionen, die dem Lizenznehmer ermöglichen nachträglich auf eine Leistung des Anbieters zu verzichten oder den Lizenzvertrag sogar vorzeitig zu kündigen. Darüber hinaus könnten aktuelle Lösungsansätze aus der Finanzoptionstheorie einige einschränkende Annahmen des BSM, wie die konstante Volatilität, aufheben und dadurch die Genauigkeit der analytischen Realoptionsbewertung im Softwarevertragsmanagement weiter verbessern.

Literaturverzeichnis (Kapitel IV)

- Adobe Systems (2008) Adobe Photoshop Lightroom 2.
<http://www.adobe.com/products/photoshoplightroom/?promoid=DINTM>. Abruf am 2009-04-04
- Autodesk Software (2009) Questions and Answers for Citrix Ready Software.
<http://www.citrixandautodesk.com/download/AutodeskCitrixFAQ.pdf>. Abruf am 2009-06-03
- Black F, Scholes M (1973) The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy* 81(3):637-654
- Brunner B (2004) Marktgerechte Bewertung von Optionen. Gabler, Wiesbaden
- BSA (2009) Software Asset Management Guide: Ensure License Compliance, Reduce Risk, and Increase IT Saving.
http://www.bsa.org/country/~media/Files/Tools_And_Resources/Guides/SoftwareManagementGuide/2009/SAM_en.ashx. Abruf am 2009-12-11
- CIO (2007) Lizenzmanagement: Vernachlässigtes Stiefkind in Unternehmen. CIO Magazin
- Cobb BR, Charnes JM (2007) Real Options Valuation. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*
- Cox JC, Ross SA, Rubinstein M (1979) Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics* (7):229-263
- Dixit AK, Pindyck RS (1995) Options Approach to Capital Investment. *Harvard Business Review* (3):104-115
- Eraker B (2004)
Do stock prices and volatility jump? Reconciling evidence from spot and option prices. *Journal of Finance* (59):1367-1403
- Gamba A, Fusari N (2009) Valuing Modularity as a Real Option. *Management Science* 55(11):1877-1896
- Gartner (2009) Gartner Dataquest Market Databook, March 2009 Update. Gartner Research
- Gartner (2006) Determining the Value of Microsoft Software Assurance. Gartner Research
- Giera J (2007) Economics And Alternatives To Microsoft's Software Assurance. Forrester Research
- Giera J (2004) Calculating the Value of Software Assurance. Forrester Research
- Groll T (2009) 1x1 des Lizenzmanagements: Praxisleitfaden für Lizenzmanager. Hanser, München
- Gull D, Wehrmann A (2009) Optimized Software Licensing - Combining License Types in a License Portfolio. *BISE* 1(4):277-288
- Handelsblatt D&C (2009) Was bewegt IT-Entscheider 2009. <http://www.droege-international.com/de/droege-international-group/presse/archiv/pressemitteilung/archive/2009/03/article/it-studie-von-handelsblatt-und-droege-comp-unt-1>. Abruf am 2009-04-10
- Hilpisch Y (2006) Options Based Management. Gabler, Wiesbaden
- Hommel U (2003) Reale Optionen: Konzepte, Praxis und Perspektiven strategischer Unternehmensfinanzierung. Springer, Heidelberg
- Hommel U, Scholich M, Vollrath R (2001) Realoptionen in der Unternehmenspraxis. Springer, Heidelberg
- Hull J (2001) Einführung in Futures- und Optionsmärkte, 3. Aufl. Oldenburg, München
- IDC (2009) Software as a Service Market Will Expand Rather than Contract Despite the Economic Crisis. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS21641409>. Abruf am 2009-04-03
- ISO ISO/IEC 19770-1 Information technology — Software asset management — Part 1: Processes.
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=33908. Abruf am 2010-01-19

- Järvinen J, Johnsson M, Leipälä T, Murtojärvi M, Nevalainen O (2007) Determining the Proper Number and Price of Software Licenses. IEEE Transactions on Software Engineering 33(5):305-315
- KPMG (2008) Software Asset Management - A Key to Infrastructure Optimization. <http://www.kpmg.ca/en/industries/ice/software/documents/KPMGSAMMaturitySurveyOct08.pdf>. Abruf am 2010-01-18
- Leslie KJ, Michaels MP (1997) The real power of real options. The McKinsey Quarterly (11):4-22
- Liu Q (2005) Options Pricing with Arithmetic Brownian Motion and its Implication for Risk-Neutral Valuation. <http://129.3.20.41/eps/fin/papers/0512/0512001.pdf>.
- Longstaff FA, Schwartz ES (2001) Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Square Approach. The Review of Financial Studies 14(1):113-147
- Lünedonk (2008) Lünedonk List 2008: TOP 25 Standard Software Companies in Germany. Lünedonk
- Mathematica (2009) Vertrags- und Lizenzbedingungen. <http://www.lrz-muenchen.de/services/swbezug/lizenzen/mathematica/index.html>. Abruf am 2009-05-05
- Mertens T (2005) Option pricing with sparse grids. Computing in Economics and Finance (449)
- Meyer BH (2006) Stochastische Unternehmensbewertung: Der Wertbeitrag von Realoptionen. Gabler, Wiesbaden
- Microsoft (2009a) Merkmale von Open Value Subscription. <http://www.microsoft.com/germany/lizenzen/lizenzenmieten/ovs/default.mspx>. Abruf am 2009-03-03
- Microsoft (2009b) Software Assurance Benefits Calculator. <http://www.microsoft.com/licensing/sabcalculator/default.aspx>. Abruf am 2009-04-20
- Microsoft (2009c) Software Assurance Benefits: Interactive Chart. <https://partner.microsoft.com/download/global/40029941>. Abruf am 2009-04-10
- Microsoft (2008a) Lizenzierung für virtuelle Systeme. <http://www.microsoft.com/germany/server/virtualisierung/lizenz/default.mspx>. Abruf am 2009-05-05
- Microsoft (2008b) Software Assurance Renewal Planning Guide. http://download.microsoft.com/download/4/6/A/46A39113-CAF5-47C5-94D3-AC7035D8B9B1/SA_RenewalPlanningGuide.pdf. Abruf am 2009-04-16
- Müller P, Nasterlack S, Schwarze L (2006) Professionelles IT Lizenzmanagement – die Herausforderung für die Zukunft. Information Management & Consulting 21:14-19
- Rudd C (2006) ITIL V3 Guide to Software Asset Management. TSO, Irland
- Salesforce.com (2009) CRM-Integration. <http://www.salesforce.com/de/crm/it.jsp>. Abruf am 2009-06-06
- Schlecht & Partner (2009) Vereinfachter Black Scholes Rechner. www.schlecht-partner.de/docs/vereinfachtes_black_scholes_modell.xls. Abruf am 2009-03-12
- Sedlmeier T (2006) Softwarelizenzmodelle aus rechtlicher Sicht - Wissenswertes für IT-Projektleiter. Information & Management Consulting 21:10-12
- Stapperfend T (1991) Die steuer- und bilanzrechtliche Behandlung von Software. Dr. Otto Schmidt, Köln
- Wilkens S, Wilkens E (2000) Zur Eignung numerischer Verfahren zur Optionsbewertung. Verlag Versicherungswirtschaft, Karlsruhe
- Wisotzky H (2006) Implementierung des Lizenz-Managements im Unternehmen. Information Management & Consulting 21:6-9
- Znidarsic D (2006) Waste Not, Want Not – Software License Tracking and Successful Vendor Relations. Data Center Magazine 2:43-46

V. Plug & Work: Erfolgsfaktoren bei der Virtualisierung von IT-Infrastrukturen

Autor:	Daniel Gull Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, Universitätsstraße 12, D-86135 Augsburg daniel.gull@wiwi.uni-augsburg.de
Erscheint in:	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik

Zusammenfassung:

IT-Systeme spielen bei der Bewältigung der Prozesse zur Leistungserstellung im Unternehmen eine wichtige Rolle. Die Kosten dafür nehmen einen beträchtlichen Teil des Gesamtbudgets ein, wobei der größte Anteil auf die Administration und Wartung im laufenden Betriebs entfällt. Der Einsatz von Virtualisierungstechnologien verspricht nicht nur eine deutliche Senkung der Betriebskosten, sondern auch zusätzliche Flexibilität der IT, auf zukünftige Anforderungen schneller und kosteneffizienter reagieren zu können. Die vollständige Virtualisierung von IT-Infrastrukturkomponenten hat mittlerweile einen praxistauglichen Reifegrad erreicht und wird daher von vielen Unternehmen in der Produktivumgebung erfolgreich eingesetzt. Marktforschungsinstitute wie Gartner oder IDC gehen davon aus, dass die Virtualisierung von Arbeitsplatzsystemen in Form von u.a. Virtual Desktops in den nächsten Jahren das dominierende Thema in den IT-Abteilungen der Unternehmen sein wird. Das von den großen Hardware- und Softwareherstellern angebotene Lösungsspektrum verfolgt in diesen Bereich sehr unterschiedliche Ansätze, so dass IT-Entscheider vor der Frage der richtigen Virtualisierungsstrategie und den damit verbundenen Folgen und Risiken für das Unternehmen stehen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über verschiedene Virtualisierungskonzepte vor allem für Arbeitsplatzumgebungen und zeigt, welche Erfolgsfaktoren und damit verbundene Konsequenzen bei einer Entscheidung für den Einsatz dieser Technologien im Unternehmen berücksichtigt werden sollten.

1 IT-Infrastruktur im Unternehmen

Informations- und Kommunikationssysteme (IuK) sind bei Unternehmen integraler Bestandteil vieler Geschäftsprozesse und damit ein wichtiger Erfolgsfaktor zur nachhaltigen Sicherung der Wettbewerbsposition (vgl. Fröschle 2009). Die Informationserfassung und -verarbeitung über Applikationen sowie die automatisierte Übermittlung und Weiterverarbeitung durch zentrale Dienste zählen zu den wertschaffenden Faktoren der IT-Landschaft. In welcher Form die dafür erforderlichen Hardware- und Softwarekomponenten bereitgestellt werden, spielt auf der Ebene der Prozessunterstützung letztlich aber nur eine untergeordnete Rolle. Der kontinuierliche Leistungszuwachs, sowie die zunehmende Standardisierung und Vernetzung der Systeme ermöglicht den Einsatz neuer Technologien im Bereich der Infrastruktur-Virtualisierung, die zwar kostenintensive Wartungs- und Administrationsaufwände reduzieren, die Komplexität und die Risiken des Gesamtsystems in vielen Fällen aber erhöhen. Eine IT-Infrastruktur („infra“: lat. für unterhalb) bezeichnet die Gesamtheit aller physischen und logischen Komponenten, die für den Betrieb eines übergeordneten Informationsverarbeitungssystems erforderlich sind (Brenner 2007). Hierzu zählen das Netzwerk bzw. die Datenübertragungskomponenten, wie Datenkabel, Netzknoten und Funksysteme (z.B. WLAN, UMTS), die in einem zugangsgeschützten Bereich untergebrachten Server-, Datenhaltungs- und Sicherungssysteme, welche zentrale Daten und Dienste vorhalten, und die festinstallierten oder mobilen Arbeitsplatzgeräte (Clients), welche die Schnittstelle zur Daten-Ein- und Ausgabe bilden. Je nach Verfügbarkeitsanforderung und Wärmeentwicklung müssen Serverräume mit batteriegepufferten, unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) und Klimageräten ausgestattet sein. Restriktiv gehaltene Budgets zwingen immer mehr dazu, operative Kosten im Bereich der IT zu reduzieren. Neben den Serversystemen ist die Vollvirtualisierung von Arbeitsplätzen hierfür ein vielversprechender Ansatz für Unternehmen jeder Branche und Größenordnung. Analysten von Gartner (2009) und IDC (2009) prognostizieren für diesen Bereich ein starkes Wachstum in den nächsten Jahren.

2 Virtualisierungskonzepte

Der Begriff Virtualisierung, dessen ethymologischer Ursprung im lateinischen Wort Virtus (Tugend, Kraft) liegt, beschreibt die Eigenschaft einer nicht vorhandenen

Entität, in Form und Wirkung einer realen Entität gleichgestellt zu sein. Durch Virtualisierung werden mit Hilfe der IT-Infrastruktur selbst Infrastrukturkomponenten abgebildet oder erschaffen, die in Erscheinung und Verhalten den realen Komponenten identisch oder sehr nahe sind: IT virtualisiert IT mit der Folge, dass durch wenige physische Hardwaresysteme nahezu beliebig viele virtuelle Systeme erzeugt werden können. Dieses Konzept ist nicht neu und wurde bereits Ende der 60er Jahre von IBM im Mainframebereich erfolgreich entwickelt und vermarktet. Der Unterschied zu den damaligen Systemen ist der wesentlich größere Funktions- und Leistungsumfang virtueller Systeme, der erst durch moderne Hardwaretechnologien ermöglicht wird. Neben vollständig virtualisierten Server- und Arbeitsplatzsystemen wird diese Technologie zudem auf den gesamten Infrastrukturbereich in Form bspw. getrennter virtueller Netzwerke (VLAN) auf einem physischen Netz oder festspeicherbasierter Datensicherungssysteme, die sich wie Bandlaufwerke verhalten, ausgeweitet. Der Vorteil liegt, wie schon damals, in einer höheren Flexibilität für Konfiguration und Administration bei gleichzeitig reduziertem Infrastrukturbedarf. Die dafür benötigte Hardwareabstraktionslogik wird i.d.R. durch Softwarekomponenten, sog. Hypervisor oder Virtual Machine Monitor (VMM), bereitgestellt. Diese bilden die Schnittstelle und regeln den Zugriff der virtuellen Hardwarekomponenten aus den ggf. mehrfach vorhandenen virtuellen Maschinen (VM) auf die darunterliegende Systemebene (vgl. Baun et al. 2009). Hier lassen sich zwei Typen unterscheiden: Ein Typ 1 (sog. native oder bare-metal) Hypervisor verbindet physische Hardware und virtuelles Systeme auf direktem Wege, wohingegen der Typ 2 (sog. hosted) Hypervisor auf einem Betriebssystem aufsetzt. In Abb. 1 sind die beiden Typen im Vergleich dargestellt.

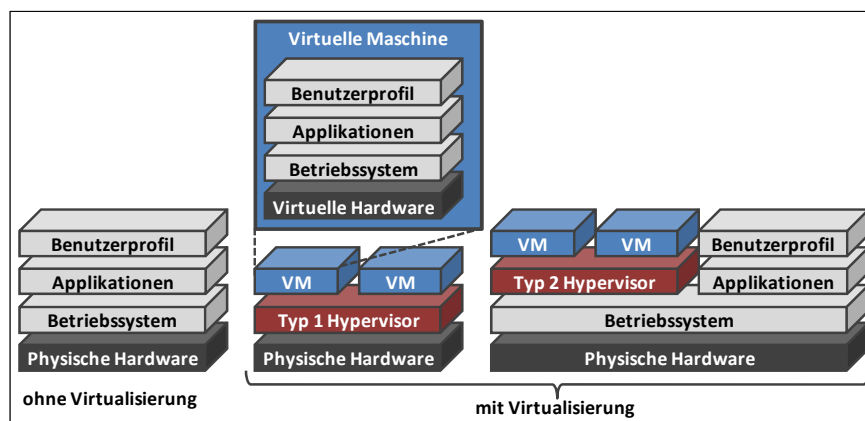


Abb. 1 Vergleich zwischen Typ 1 und Typ 2 Hypervisor

Ein Typ 1 Hypervisor führt aufgrund des direkten Zugriffs zu geringeren Leistungseinbußen (ab 2%) gegenüber dem Typ 2 (bis zu 25%), muss aber sämtliche Gerätetreiber für die physische Hardware selbst bereitstellen. Die auf dem Hypervisor installierten VMs sind isolierte Softwarecontainer mit virtueller Hardware (z.B. Prozessor, Festplatte) und Betriebssystem, die sich wie eine eigenständige Computereinheit verhalten. Unabhängig vom Hypervisor-Typ setzen auf dem Betriebssystem die Applikationen (z.B. Textverarbeitung) und die spezifischen Profileinstellungen des Benutzers (z.B. Sprache oder Menüeinstellung in der Applikation) auf. Die drei dominierenden Typ 1 Hypervisor sind Microsoft Hyper-V, Citrix Xen (Open Source) und VMware ESX. Aufgrund der nativen Hardwareunterstützung, die für Arbeitsplatzsysteme deutlich schwieriger zu lösen ist (bspw. für Hochleistungsgrafikkarten oder erweitertes Powermanagement), ist dieser Typ zurzeit hauptsächlich nur für Server erhältlich. Zum Typ 2, der hardwareunabhängig auf unterschiedlichen Betriebssystemen eingesetzt wird, zählen bspw. VMware GSX/Workstation oder Microsoft Virtual Server/PC. Durch die Virtualisierung findet i.d.R. eine Konsolidierung vieler physischer Systeme auf wenige leistungsstarke Server statt. Die Anbindung von zentralen Hochgeschwindigkeits-Datenspeichern, sog. Storage Area Networks (SAN), an mehrere Server im Verbund (Cluster), ermöglichen den unterbrechungsfreien Betrieb virtualisierter Systeme bei Ausfall eines Servers im Cluster. Dies garantiert eine hohe Verfügbarkeit kritischer Anwendungen, die durch die Verteilung der redundanten Hardware auf getrennte Standorte im Unternehmen gesteigert werden kann. Die Anforderung eines virtualisierten Arbeitsplatzsystems geht über das Thema Rechenleistung und Verfügbarkeit aber deutlich hinaus. Zusätzlich berücksichtigt werden muss der Anwender mit seiner benötigten Anwendungsumgebung und das aufwändigere Management dieser, im Vergleich zu den Servern, weitaus größeren Anzahl an Systemen: Der Zugriff auf die Anwendungsumgebung soll bspw. vom Arbeitsplatz des Anwenders erfolgen, der u.U. zeitweise mit keiner (Offline) oder nur geringer Netzwerkbandbreite (z.B. ISDN/UMTS) angebunden ist. Neben dem verfügbaren Netzwerk können aber auch Anforderungen an die Hardware (z.B. CAD) oder spezielle Softwareeinstellungen für Systementwickler ausschlaggebend für die optimale Wahl der bereitgestellten Konfiguration sein. Abb. 2 zeigt das mögliche Spektrum dezentraler (clientbasierter) bis zentraler (serverbasierter) Virtualisierungskonzepte für Arbeitsplatzsysteme.

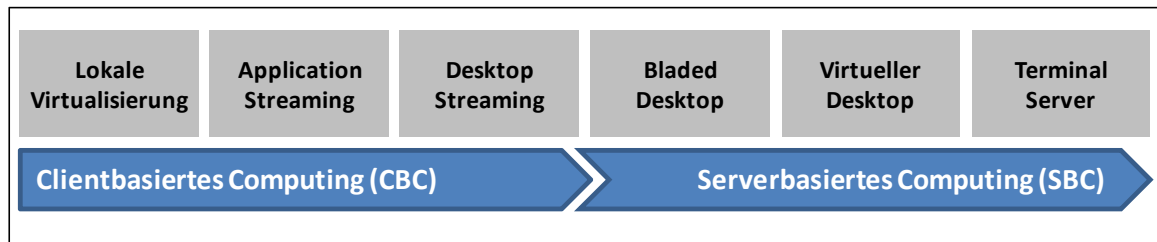


Abb. 2 Virtualisierungskonzepte für Arbeitsplatzsysteme

Der Vorteil einer **lokalen Virtualisierung**, bei der gegenüber einem nicht virtualisierten Rechner lediglich ein Typ 1 Hypervisor zusätzlich installiert wird, ist die Unabhängigkeit der Betriebssystemplattform von der physischen Hardware. D.h. bei sehr vielen unterschiedlichen Arbeitsplatzrechnern kann diese Hardwareabstraktion zu einem erhöhten Standardisierungsgrad führen und damit die Administration der Softwareverteilung erleichtern. Beim **Application Streaming** werden Applikationen vom Betriebssystem vollständig entkoppelt und nur noch als isolierter Container zum Bedarfszeitpunkt an den Client gesendet (gestreamt). Diese anwenderbezogene Softwareverteilung spart in vielen Fällen nicht nur Lizenzen ein, sondern erhöht die Flexibilität bzgl. der Applikationsbereitstellung. Unterschiedliche Versionen einer Software lassen sich so konfliktfrei gleichzeitig ausführen oder beliebig austauschen, ohne die lokale Installation des Betriebssystems anpassen zu müssen. Einen Schritt weiter geht das **Desktop Streaming**, bei dem nicht nur die Applikationen, sondern auch sämtliche Teile des Betriebssystems nach Bedarf auf den Client geladen werden. Bei dieser und allen zuvor genannten Varianten wird die Software clientseitig auf der Hardware des Arbeitsplatzrechners ausgeführt. Intelligente Streaming-Mechanismen gewähren auch die Möglichkeit des Offline-Betriebes ohne Netzwerk, so dass mobile Notebook-Anwender keiner Einschränkung unterliegen. Eine permanente Netzwerkverbindung ist für die Variante **Bladed Desktop** sowie alle weiteren zwingende Voraussetzung. Hier werden das Betriebssystem und die Software auf einer einzelnen dedizierten Hardware, die aus Platzgründen meist nur aus einem flachen Einschub (Blade) besteht, zentral installiert. Die Ein- und Ausgabe wird auf den Arbeitsplatz über spezielle Protokolle, wie RDP (Remote Desktop Protokoll) oder ICA (Independent Computing Architecture), im Netzwerk permanent übertragen. Diese Lösung ist bspw. im Umfeld von Entwicklungstätigkeiten sinnvoll, wenn Rechner und Daten einen besonderen Schutz benötigen und gleichzeitig ein exklusiver Zugriff auf die physische Hardware von unterschiedlichen Standorten erforderlich ist. Ein **virtueller Desktop** (VD) liegt als gekapselte, virtuelle Maschine

ebenfalls zentral vor, muss sich aber den gleichen Hypervisor und damit die gleiche physische Hardwareplattform mit anderen VDs teilen. Hier steht vor allem der erzielbare Skaleneffekt im Vordergrund, da aufgrund der hohen Kosten für Serverhardware eine Bladed-Desktop-Lösung für jeden einzelnen Anwender ökonomisch kaum sinnvoll sein dürfte. Die begrenzten physischen Ressourcen des genutzten Serverclusters, wie Prozessoren, Arbeits- und Datenspeicher, stehen den VDs zwar gemeinsam zur Verfügung, Prioritäten und Einschränkungen beim Ressourcenverbrauch können aber individuell konfiguriert und vergeben werden. Da i.d.R. Anwender bzw. Anwendungen auf den VDs die Serverressourcen nicht permanent, sondern eher ungleichmäßig und zeitversetzt in Anspruch nehmen (ausgenommen stark synchrone Sonderfälle, wie dies bspw. im Schulungsbetrieb vorkommen kann), lassen sich durch die gleichmäßigere Auslastung überproportional viele VDs gleichzeitig ausführen. Das älteste und mit dem größten Skaleneffekt verbundene Virtualisierungskonzept, ist der **Terminalserver**. Hier arbeiten viele Anwender auf nur einer Betriebssystem- und Applikationsplattform in ihrer eigenen Benutzerumgebung parallel. Der Nachteil ist, dass u.U. System- und Anwendungsdaten von gleichzeitig verwendet werden und dadurch Konflikte bei der Ausführung auftreten können. Zudem müssen Zugriffsrechte eingeschränkt werden, um Datenschutz zu gewährleisten und bewusste oder unbewusste Systemveränderungen zu verhindern. Die technologische Unterstützung im Bereich Software und Hardware ist für die verschiedenen Virtualisierungskonzepte in den letzten Jahren enorm vorangetrieben worden. Neben leistungsfähigen Hypervisor- und Protokolltechniken haben sich die Hersteller auf benutzerfreundliche Managementtools fokussiert. So werden nicht nur die Erstellung, Verteilung und Wartung von VMs im gesamten Lebenszyklus durch Automatisierung erleichtert, sondern ebenfalls enorme Ressourceneinsparungen durch die Minimierung von redundanten Daten, ungenutztem Speicher und Rechenleistungsbedarf erzielt. Ohne diese Optimierungsmaßnahmen wäre eine Umsetzung von virtuellen Lösungen in großen Umgebungen technisch sehr schwierig und wirtschaftlich unattraktiv. Auch folgt die Hardwareentwicklung dem Virtualisierungstrend: Nicht nur die Prozessor- und Datenspeichertechnologie im Serverumfeld bieten hier immer spezifischere Funktionalitäten, sondern ebenfalls die Arbeitsplätze passen sich den neuen Anforderungen an. Vollwertige Computersysteme (sog. Fat-Clients) werden bei serverbasierten Virtualisierungslösungen durch konfigurationsarme Thin-Clients

ersetzt. Diese haben nur wenige Anschlüsse für Monitor, Netzwerk und Peripherie, wie Tastatur oder Drucker, und sind durch das Fehlen von Lüfter und Festplatte klein, energieeffizient und geräuschlos. Neueste Modelle sind durch die Integration im Flachbildschirm (sog. Zero-Clients) enorm platzsparend und werden im Optimalfall nur noch über ein kombiniertes Power-Over-Ethernet (PoE) Kabel mit Strom und Daten versorgt. Installation oder Austausch dieser Geräte erfordert nur das Einstecken dieses Kabels und der Anwender kann sofort mit der Arbeit beginnen (Plug & Work).

3 Erfolgsfaktoren

Eine IT-Infrastruktur bleibt auch nach einer Virtualisierung eine Infrastruktur, die dem primären Zweck dient, die **Anforderungen** der übergeordneten Prozesse im Unternehmen zu unterstützen. Wird dieses Ziel nicht erreicht, kann dies nachhaltige Auswirkungen auf die Ertragslage, die Wettbewerbsfähigkeit oder sogar die Existenz des Unternehmens haben und damit den Nutzen der IT in Frage stellen. Der zweite wichtige Erfolgsfaktor, der bei der Ausrichtung von IT eine Rolle spielt, sind die anfallenden **Kosten**. Dies betrifft nicht nur die einmaligen Investitionsausgaben, sondern hauptsächlich die meist viel höheren Betriebs- und Wartungskosten. Mit dem Total-Cost-of-Ownership Ansatz (TCO) lassen sich bspw. verschiedene Alternativen bei IT-Investitionen anhand von direkten und indirekten Kosten abschätzen und vergleichen (vgl. Krämer 2007). Darüber hinaus ist gerade bei Virtualisierungsprojekten noch ein weiterer, häufig vernachlässigter Erfolgsfaktor zu beachten, der hauptsächlich für Unternehmen mit eigenem IT-Personal relevant ist: Die Auswirkungen auf die **Komplexität** und der daraus resultierenden Risiken.

3.1 Anforderungen

Anforderungen an IT-Infrastruktursysteme werden durch mehrere Dimensionen getrieben: Die externe Kundenperspektive treibt über das Geschäftsmodell die fachlichen Vorgaben an die Geschäftsprozesse und die unterstützende IT. Die interne Kundenperspektive stellt aus Sicht der Anwender besondere Anforderungen an die Umsetzung. Hier sollte eine Virtualisierung ebenfalls Vorteile generieren und den produktiven Umgang mit der IT verbessern. Thin- oder Zero-Clients benötigen weniger Arbeitsplatzfläche, sind lautlos und produzieren kaum Wärme. Technische Ausfälle sind selten und können durch einfaches Auswechseln des Gerätes durch den Anwender selbst behoben werden. Demgegenüber steht, dass einige

hardwarenahe Funktionalitäten bspw. im Bereich Audio und Grafik nur eingeschränkt nutzbar sind. Das Thema Systemleistung muss differenzierter betrachtet werden, da bei einer serverbasierten Virtualisierung die Abhängigkeit von zentralen Ressourcen, wie Netzwerk und Serversysteme, zunimmt. Je nach physischem Systemausbau, der Konfiguration bzgl. der Ressourcenzuteilung und der Auslastung sind enorme Geschwindigkeitsvorteile (z.B. Datenanalysen in der Nacht) genauso möglich, wie längere Wartezeiten während lastintensiver Stunden. Die ausreichende Dimensionierung zentraler Systeme und der Einsatz von intelligenten und ressourcenschonenden Technologien für Datenübertragung, -berechnung und -speicherung sind daher nicht nur aus Kostengesichtspunkten wichtig. Idealerweise liegen für alle Infrastrukturkomponenten entsprechende Lastprofile und Leistungskennzahlen, wie bspw. für das RDP Protokoll (Microsoft 2008a), vor oder können zumindest abgeschätzt werden. Hohe Lastspitzen und stark schwankende Lastprofile sollten vermieden werden, indem bspw. organisatorische Gegebenheiten, wie IT-ressourcenintensive Arbeitstätigkeiten, mit berücksichtigt oder sogar angepasst werden. Neben der erforderlichen Systemleistung muss das spezifische Anforderungsprofil des Anwenders an seinen IT-Arbeitsplatz berücksichtigt werden. Dies betrifft die Arbeitsplatzumgebung mit der verfügbaren Anbindung, eventuelle Erfordernisse an die Hardware und besondere Softwareeinstellungen. Bei einem Unternehmen mit vielen verschiedenen Abteilungen und Anwendern ist es daher sehr wahrscheinlich, dass ein einheitliches (homogenes) Virtualisierungskonzept nicht alle Anforderungen erfüllt. Darüber hinaus ist vielen Anwendern und Administratoren das Thema IT-Sicherheit wichtig, wenn lokale Systeme und Daten aus dem direkten Umfeld an zentrale Orte verlagert werden. Durch ausreichende Redundanz kann Datenverlust vermieden, zentrale Systemausfälle unterbrechungsfrei kompensiert und damit Verfügbarkeiten sogar verbessert werden. Für den Schutz der Daten vor missbräuchlichem Zugriff gilt Ähnliches, dies zu vermitteln stellt sich für interne IT-Abteilungen allerdings als schwierig und für externe Dienstleister häufig als unmöglich heraus. Sicherheitsstudien, wie bspw. die von Compuware (2008), zeigen allerdings, dass schützenswerte Daten häufig erst durch unvorsichtige und nachlässige Mitarbeitern in falsche Hände geraten. Serverbasierte Arbeitsplatzsysteme konzentrieren viele Daten auf engstem Raum und das ggf. sogar außerhalb des Unternehmens, vereinfachen aber die Kontroll- und Schutzmöglichkeiten für Zugriff und Datentransfer. Eine

Arbeitsplatzvirtualisierung durch einen spezialisierten Dienstleister (intern oder extern) mit anerkannten Sicherheitsstandards kann Unternehmensdaten hier zumindest vor dem Fehlverhalten der Mitarbeiter etwas besser schützen.

3.2 Kosten

Eng mit den Anforderungen verbunden sind die Kostenaspekte, welche IT-Projektentscheidungen oftmals dominieren. Diese lassen sich in einmalige Investitionen und laufende Betriebskosten für Gebäude, Hardware, Software und Personal einteilen. Übliche Konsolidierungsfaktoren im Serverumfeld von 10:1 und mehr, d.h. 10 oder mehr zuvor physische Server werden virtuell auf nur noch einem System betrieben, können den Bedarf an Hardware und Rechenzentrumsfläche reduzieren. Demgegenüber steht neuer Platzbedarf für zusätzliche Server- und Datenspeichersysteme beim Einsatz virtueller Arbeitsplätze. Die Anzahl Anwender oder virtueller Maschinen auf einem physischen System liegt, abgesehen vom Bladed-Desktop, mit bspw. 1:100 beim Terminalserver hier aber deutlich höher. Daten- und Stromleitungen, unterbrechungsfreie Stromversorgungen und die Serverraumkühlung müssen ebenfalls auf diese neuen Anforderungen angepasst werden, was bei einem unternehmensweiten Einsatz virtueller Arbeitsplatzsysteme enorme Ausgaben für Gebäudeanpassungen und Gebäudetechnik bedeuten kann. Bei den Einmalinvestitionen für Hardware sind virtualisierte Server aufgrund der nahezu proportionalen Einsparung schon ab kleinen Konsolidierungsfaktoren vorteilhaft. Für die Arbeitsplätze gilt dies nicht in jedem Fall, da zwar der Client durch den kleineren Ausbau etwas günstiger wird, die eingesparte Hardware aber durch teure Netzwerk- und Servertechnik im gewissen Umfang ersetzt werden muss. Diese erheblichen Mehrkosten für zentrale Ressourcen liegen darin begründet, dass diese Komponenten viel belastbarer, schneller (z.B. Lesegeschwindigkeit und Zugriffszeit bei einem SAN) und mehrfach redundant bzw. gesichert (inkl. Bandsicherungen) ausgelegt werden müssen. Bei den Lizenzgebühren kann eine Servervirtualisierung Vorteile ausschöpfen, wenn bspw. mit nur einer Windows Datacenter Serverlizenz beliebig viele virtuelle Instanzen auf einem physischen System installiert werden dürfen (Microsoft 2008b). Prozessorbasierte Lizenzmodelle können sich bei Virtualisierung hingegen nachteilig auswirken, wenn alle verfügbaren Prozessoren im System lizenziert werden müssen. Abgesehen von einigen Produkten mit Netzwerk- oder On-Demandlizenzen muss Client-Software häufig pro Endgerät (per device),

also dem Thin-Client, oder pro Anwender (per user) lizenziert werden, so dass Einsparungen nur zu erwarten sind, wenn die Applikationen individuell verteilt werden kann. Eine Virtualisierung von Arbeitsplätzen ist auf Basis der einmaligen Investitionen für Hardware und Software somit kaum begründbar, sondern erfordert Einsparungen für Betriebsmittel und Personal: Wenige optimal ausgelastete Server in Verbindung mit vielen energieeffizienten Thin-Clients sparen bspw. direkt Energiekosten für den Betrieb und schonen zudem die Umwelt. Das Fraunhofer-Institut (2008) geht davon aus, dass in der Gesamtbetrachtung Thin-Clients im Vergleich zu Fat-Clients die Stromkosten etwa halbieren. Die Einsparungen für Personalaufwände für die Hardwarebetreuung und Anwendungsbereitstellung einer virtuellen Umgebung setzen sich hauptsächlich aus reduziertem Zeitaufwand für Administratoren und Techniker sowie Produktivitätsgewinne beim Anwender zusammen. Letzteres kann vor allem durch eine höhere Verfügbarkeit und geringere Wartezeiten im Fehlerfall begründet werden. Zudem ist der Alterungsprozess von Thin-Clients durch die unabhängige Leistungsbereitstellung deutlich langsamer als bei vollwertigen Systemen, was zum Investitionsschutz beiträgt und längere Lebenszyklen ermöglicht. Zentrale Systemumgebungen führen zu einem höheren Standardisierungsgrad, mehr Flexibilität und Automatisierung. Für die laufenden Betriebskosten bedeutet dies, dass entweder weniger interner Personalaufwand notwendig ist oder die Kosten für einen externen Dienstleister geringer ausfallen. Herausfordernd bleibt schließlich die verursachergerechte Weiterverrechnung der Virtualisierungskosten im Unternehmen.

3.3 Komplexität

Die Auswirkungen auf die Komplexität sowie daraus resultierende Konsequenzen werden bei Virtualisierungsprojekten häufig unterschätzt: Hypervisor, Thin-Clients und virtuelle Maschinen sind zusätzliche Komponenten, die erstellt, konfiguriert und aufeinander abgestimmt werden müssen. Hinzu kommen weitere Dienste für das zentrale Ressourcenmanagement und die dynamische Ressourcenzuteilung. Hierzu zählen bspw. redundante Cluster, um Ausfallrisiken zu minimieren, eine intelligente Lastverteilung sowie die dynamische Bereitstellung (Provisioner) und Vergabe (Broker) von VDs. Eine serverbasierte Virtualisierung im großen Umfang, d.h. mit sehr vielen Anwendern, erfordert zudem die konsequente Umsetzung ressourcenschonender Konzepte. Eines davon ist bspw. die systematische Trennung

der Ebenen Betriebssystem, Applikationen und Benutzerprofil, die im Optimalfall erst zur Laufzeit zusammengeführt werden. So muss für jeden VD-Anwender nicht mehr eine speicherintensive 1 zu 1 Individualkonfigurationen (Assigned-Desktop) gespeichert werden, sondern es genügt lediglich eine Basiskonfiguration (sog. Pooled-Desktop) für mehrere Anwender, die zum Bedarfszeitpunkt temporär um das individuelle Benutzerprofil erweitert wird. Um die Anzahl an benötigten Softwarelizenzen gering zu halten und flexibel bei der Bereitstellung zu sein, sollte die Applikationsbereitstellung ebenfalls entkoppelt vom Betriebssystem erfolgen (vgl. Abb. 3). Hierfür eignet sich sowohl die Anbindung von Software-as-a-Service (SaaS) Anwendungen als auch eine on-demand Softwareverteilung über Packet-Installationen (bspw. Windows MSI) oder kontinuierliches Packet-Streaming.

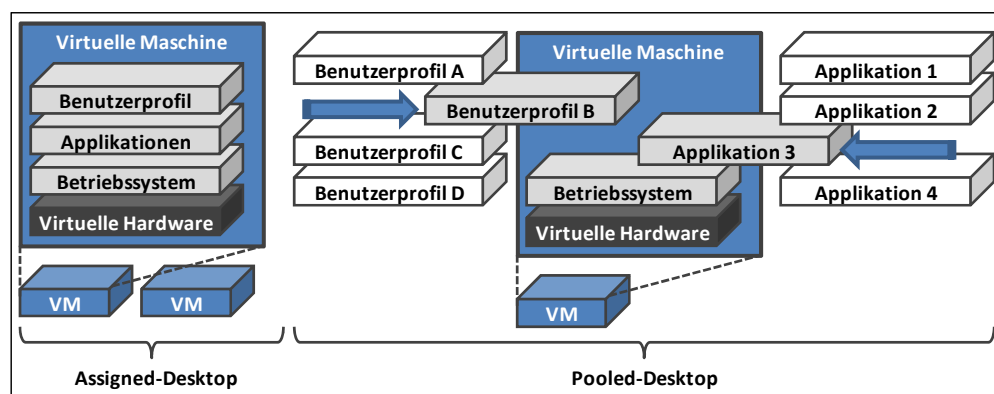


Abb. 3 Vergleich Assigned-Desktop und Pooled-Desktop

Die größte Komplexität liegt in einer heterogenen Infrastruktur vor, wenn verschiedene Virtualisierungskonzepte und -Standards gleichzeitig administriert werden müssen. Hier sind Änderungen an der Systemkonfiguration anspruchsvoller und bergen ein höheres Risiko für Fehler. Störungen in virtuellen Umgebungen betreffen häufig viele Anwender und Systeme gleichzeitig, was zu teuren Produktivitätsausfällen führt. Die Suche und Behebung ist schwierig und langwierig, wenn viele Hardware- und Softwarekomponenten intransparent ineinandergreifen. Das Wissen und Technikverständnis der eigenen Administratoren (internes IT-Know-how) muss in der Breite und Tiefe den veränderten Anforderungen gerecht werden, so dass Flexibilität und zugesicherte Service-Levels eingehalten werden können. Dies nachhaltig zu gewährleisten, ist bei einer Reduzierung des Personals oder bei Unternehmen mit kleinen IT-Abteilungen eine Herausforderung. Virtualisierung bietet diesbezüglich aber auch Chancen. Durch den reduzierten Ressourcenbedarf, die Automatisierungsfähigkeit und die ortsunabhängige Bereitstellung von virtuellen

Umgebungen können externe Dienstleister Skaleneffekte unmittelbar ausschöpfen und standardisierte IT-Infrastrukturleistungen in diesem Umfeld zu deutlich niedrigeren Preisen anbieten. Eine Auslagerung virtueller Systeme an einen spezialisierten Anbieter kann daher aus Risikogesichtspunkten sinnvoll sein und gleichzeitig die Kosten weiter reduzieren.

4 Handlungsempfehlungen

Die Entscheidung für ein optimales Virtualisierungskonzept erfolgt im Spannungsfeld der genannten Erfolgsfaktoren: Physische Hardware rückt am Arbeitsplatz immer mehr in den Hintergrund und einfach strukturierte aber notwendige Vor-Ort-Einsätze beim Anwender können überwiegend ins Rechenzentrum verlagert werden. Dies reduziert mit steigendem Anteil an virtuellen Systemen die Kosten, erhöht aber auch durch Einbindung neuer Technologien die Komplexität der Administration. Abb. 4 zeigt schematisch, wie sich Kosten und Komplexität für Betrieb und Wartung bei der Einführung einer virtuellen Infrastruktur verändern.

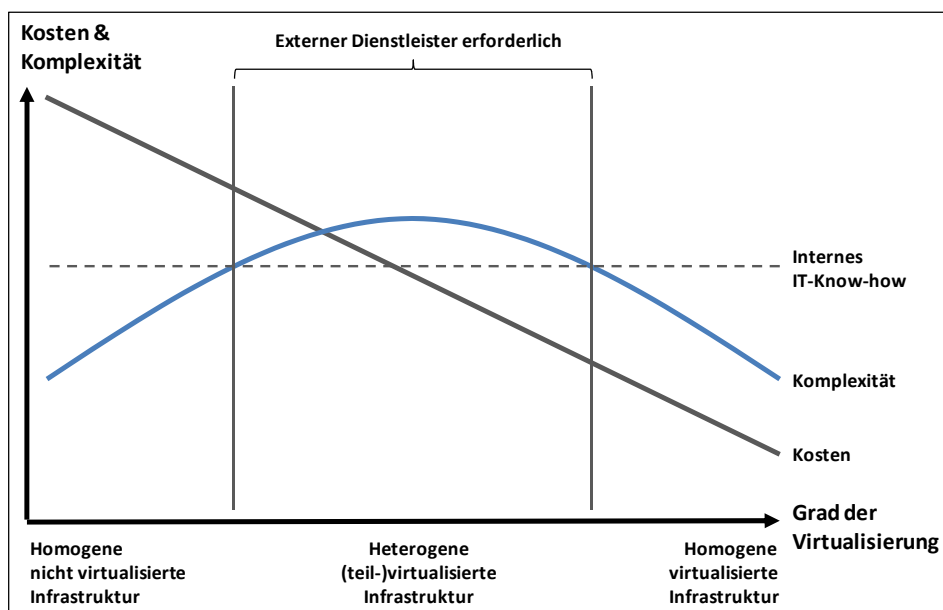


Abb. 4 Kosten und Komplexität für Betrieb und Wartung abhängig vom Virtualisierungsgrad

Eine hohe Heterogenität durch den Einsatz verschiedener Konzepte der Arbeitsplatzbereitstellung kann ggf. das intern vorhandene IT-Know-How übersteigen und damit zu Risiken führen. Erst eine darüber hinaus fortgeführte Virtualisierung und Vereinheitlichung reduziert neben den Kosten auch den Komplexitätsgrad, wodurch in vielen Fällen aber nicht mehr alle Anforderungen ausreichend erfüllt werden. Entscheidungen über das optimale Virtualisierungs-Gesamtkonzept sind idealerweise

unter Einbezug von betriebswirtschaftlichen und IT-Komplexitätsaspekten zu treffen, wobei Kosten hier nur ein Faktor sind. Für den Infrastrukturbetrieb und die dafür erforderlichen Migrationsphasen ist eine unnötige Heterogenität und damit zusätzliche Komplexität zu vermeiden. Die Einhaltung von Standards und Verwendung aufeinander abgestimmter Integrationslösungen schaffen Synergieeffekte zwischen verschiedenen Konzepten und erleichtern die Administration des Gesamtsystems. Virtualisierung verhilft der IT, sich weiter zum Commodity-Produkt zu wandeln. Unternehmen, die Ihre IT wegen fehlendem Know-how nicht selbst betreiben können oder möchten, erhalten dadurch verstärkt die Möglichkeit individualisierte Leistungen in diesem Bereich über externe Dienstleister bedarfsorientiert zu beziehen.

Literaturverzeichnis (Kapitel V)

Baun C, Kunze M, Ludwig T (2009) Servervirtualisierung. Informatik Spektrum 32(3):197-205

Brenner W (2007) Grundzüge des Informationsmanagements. Springer, Berlin

Compuware (2008) 2008 Study on the Uncertainty of the Data Breach Detection.
<http://offers.compuware.com/databreach>. Abruf am 2009-09-16

Fraunhofer Institut (2008) PC vs. Thin-Client: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. cc-asp.fraunhofer.de/docs/PCvsTC-de.pdf. Abruf am 2009-09-11

Fröschle H (2009) Wettbewerbsfaktor IT. In: Hans-Peter Fröschle (Hrsg) HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. dpunkt.Verlag, Heidelberg

Gartner (2009) Emerging Technology Analysis: Hosted Virtual Desktops.
http://www.gartner.com/DisplayDocument?ref=g_search&id=887912. Abruf am 2009-08-10

IDC (2009) IDC EMEA Thin Client Market Forecast and Analysis Summary, 2009–2013
<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=CEMA13766>. Abruf am 2009-08-16

Krämer S (2007) Total Cost of Ownership: Konzept, Anwendung und Bedeutung im Beschaffungsmanagement deutscher Industrieunternehmen. VDM Verlag

Microsoft (2008a) Licensing Microsoft Server Products in Virtual Environments.
http://download.microsoft.com/download/3/d/4/3d42bdc2-6725-4b29-b75a-a5b04179958b/Licensing_Microsoft_Server_Products_in_Virtual_Environments.docx.

Microsoft (2008b) Remote Desktop Protocol Performance.
http://download.microsoft.com/download/4/d/9/4d9ae285-3431-4335-a86e-969e7a146d1b/RDP_Performance_WhitePaper.docx. Abruf am 2009-10-10

VI. Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Kapitel fasst die erzielten Ergebnisse der vier vorgestellten Beiträge zusammen und gibt einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

VI.1 Zusammenfassung

Die Arbeit hat relevante Fragestellungen im breiten Spektrum des IT-Sourcings herausgegriffen und mit einem wissenschaftlichen Ansatz aufbereitet und beantwortet. Unter Berücksichtigung ökonomischer Zielgrößen wurden praxisnahe Entscheidungshilfen für das Outsourcing von Softwareentwicklungsprojekten (Kapitel II), die Lizenzierung von Standardsoftware (Kapitel III), die Gestaltung von Lizenzverträgen (Kapitel IV) und den Einsatz von Virtualisierungstechnologien im IT-Infrastrukturumfeld (Kapitel V) entwickelt.

- Kapitel II hat sich mit ökonomischen Fragestellungen zum Offshoring von Softwareentwicklungsprojekten befasst. Ausgangspunkt war die Entscheidungssituation eines Softwaredienstleisters, der für die Entwicklung eines bereits spezifizierten Softwareprojektes zwischen verschiedenen Outsourcing-Standorten wählen kann. Auf Basis des bekannten COCOMO-Verfahrens zur analytischen Abschätzung von Softwareentwicklungskosten wurde ein Ansatz entwickelt, der Einsparpotenziale und Risiken aus den Alternativen gegenüberstellt und vergleichbar macht. Es wurde deutlich, dass in diesem Umfeld Lohnkostenunterschiede ein relevantes Kriterium darstellen, eine zu starke Fokussierung darauf aber zu einer Fehleinschätzung des zu erwartenden Einsparpotenzials führen kann. Softwareentwicklungskosten bzw. die Höhe der erzielbaren Kostenreduktion sind insbesondere von den Produktanforderungen des Softwareprojektes und den damit verbundenen unternehmensspezifischen Merkmalen des Anbieters abhängig. Unterschiede in Wissen, Erfahrung und Produktivität der Entwickler bzw. des Entwicklerteams haben großen Einfluss auf den Aufwand und können Lohnkostenvorteile dadurch sehr schnell kompensieren. Der im Beitrag vorgeschlagene Ansatz vereinfacht die Schätzung dieser Parameter, indem keine absoluten Werte, sondern lediglich die tendenziellen Unterschiede zwischen zwei Alternativen quantifiziert werden. Je höher allerdings die Unsicherheit hinsichtlich dieser Abschätzung ist, desto

geringer sind die zu erwartenden Einsparungen. D. h. eine erhöhte Unsicherheit wirkt sich auf das Einsparungspotenzial stets negativ aus. Abweichungen in der häufig schwierig zu beurteilenden Projektgröße spielen für die Kostenrisiken nur eine untergeordnete Rolle, wodurch die Entscheidungssituation, vor allem zu Beginn eines Softwareentwicklungsprojektes, vereinfacht wird.

- Das Ziel von Kapitel III war es, bisher vernachlässigte Optimierungspotenziale in der richtigen Auswahl und Kombination von verschiedenen Lizenzierungsmöglichkeiten von Standardsoftware zu erkennen und mit Hilfe eines ökonomischen Modells auszuschöpfen. Bei der Softwarelizenzierung besteht zwischen Hersteller und Lizenznehmer ein Vertragsverhältnis, welches den Nutzungsumfang und die Nutzungsdauer regelt. Neben einer personen- oder systemgebundenen Einzelplatzlizenzierung können etliche Anwendungen auch mit flexibel zugewiesenen Netzwerklicenzen oder vollständig bedarfsorientiert mit On-Demand-Lizenzen eingesetzt werden. Für die richtige Auswahl des Lizenzportfolios muss der Bedarf und das Verhalten verschiedener Anwendergruppen durch Lastprofile vorliegen und vergleichbar sein. Es konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Gruppengröße die Unterschiede im Anwenderverhalten innerhalb einer Anwendergruppe immer unbedeutender werden und eine Lizenzierung aus einem begrenzten Netzwerklicenzpool aufgrund der effizienten Auslastung vorteilhaft wird. Die Beimischung teurer On-Demand-Lizenzen ist gerade für die Abdeckung von Lastspitzen relevant und kann dadurch das Dienstgüterisiko reduzieren. Die genannten Potenziale lassen sich allerdings nur dann ausschöpfen, wenn ein unternehmensweites Lizenzmanagement - ggf. über Ländergrenzen hinweg - vorliegt und entsprechende Lizenzierungsalternativen für die weit verbreitete Standardsoftware der großen Hersteller existieren.
- In Kapitel IV galt es, die ökonomische Wirkung von optionalen Leistungen aus Lizenzierungsverträgen zu beschreiben und dadurch weitere Einsparpotenziale im Rahmen der Beschaffung und Wartung lizenzpflichtiger Software zu identifizieren. Die in Lizenzverträgen enthaltenen Vergünstigungen auf Leistungen können als realwirtschaftliche Handlungsrechte betrachtet werden, die analog zu den Finanzoptionen für den Inhaber werthaltig sind. Der vorgestellte Realoptionsansatz überträgt Optionsmodelle aus der Finanzwirtschaft zur

Bewertung dieser Discountoptionen. Für bestimmte Anwendungsfälle lassen sich unter vereinfachten Annahmen bzgl. Höhe und Entwicklung des erwarteten Cash-Flows analytische Ansätze, wie das Black-Scholes-Modell, anwenden. Komplizierte Situationen mit Optionsserien und vielen unsicheren Faktoren können nur mit numerischen Verfahren gelöst werden. Durch die Unsicherheiten in der Parameterschätzung sind die Ergebnisse kritisch zu betrachten und situationsbedingt zu interpretieren. Trotz des Risikos eines zu hoch angesetzten Optionswertes ist die Anwendung der Realoptionstheorie notwendige Voraussetzung, um ökonomische Wirkungsweisen zu verstehen und bei Sourcing-Entscheidungen berücksichtigen zu können.

- Kapitel V hat einen wichtigen Trend im Infrastruktur-Sourcing herausgegriffen und sich mit verschiedenen Virtualisierungskonzepten von Arbeitsplatzsystemen befasst. Ziel war es, dem Entscheider zunächst einen technologischen Einblick zu geben, um damit ein grundlegendes Verständnis für die existierenden Möglichkeiten und Risiken zu schaffen. Darauf aufbauend wurden drei wesentliche Faktoren vorgestellt, die bei der Entwicklung einer erfolgreichen Virtualisierungsstrategie berücksichtigt werden sollten. Im Gegensatz zu Serversystemen liegt die größte Einsparung bei virtuellen Arbeitsplatzsystemen nicht in der Hardwareanschaffung, sondern in der laufenden Administration. Darüber hinaus muss sichergestellt werden, dass Geschäftsprozess- und Mitarbeiteranforderungen weiterhin adäquat erfüllt werden, um keine Produktivitätsverluste zu verursachen und die Wettbewerbsfähigkeit nicht zu gefährden. Die durch den Einsatz von Virtualisierungstechnologie gewonnene Flexibilität und Automatisierung reduziert zwar Personalkosten, erhöht aber gerade in heterogenen Systemlandschaften die Komplexität. Daraus resultierende Risiken sind ebenfalls entscheidungsrelevant und machen es ggf. erforderlich, externe Dienstleister mit ausreichendem Know-how bei der Virtualisierung einzubinden.

Die untersuchten Fragestellungen und entwickelten Modelle decken das breite Thema IT-Sourcing bei weitem nicht ab, bilden aber eine fundierte Grundlage zur Entscheidungsunterstützung für einige relevante Schwerpunkte in diesem Umfeld. Der abschließende Ausblick zeigt interessante Erweiterungsmöglichkeiten und

daraus hervorgehende wissenschaftliche Herausforderungen, die in weiteren Arbeiten beantwortet werden könnten.

VI.2 Ausblick

Im Folgenden werden für jeden der vier Sourcing-Beiträge Ansatzpunkte für zukünftigen Forschungsbedarf aufgezeigt:

- Der in Kapitel II vorgestellte Bewertungsansatz ließe sich in zwei Richtungen erweitern und verfeinern. Die ausschließliche Berücksichtigung eines einzelnen Offshoring-Anbieters ist für große Entwicklungsprojekte, welche viele technologische Domänen umfassen, sicherlich nicht ausreichend und sollte daher auf mehrere Anbieter ausgedehnt werden. Zimmermann et al. (2008) zeigen in ihrem Beitrag, wie sich die Bewertung verschiedener Anbieter in einem Portfolioansatz umsetzen lassen könnte. Desweiteren hat sich empirisch herausgestellt (vgl. Kemerer 1987), dass eine Bewertung mit einem analytischen Ansatz, wie dem COCOMO-Modell, bei falscher Kalibrierung zu starken Abweichungen in den Ergebnissen führt. Eine Übertragung oder Erweiterung des Entscheidungsmodells auf zusätzliche Schätzverfahren, wie bspw. die Delphi-Methode, könnte hier grobe Schätzfehler des Erwartungswertes verschiedener Aufwandsparemeter erkennbar machen und so das Risiko einer Outsourcing-Fehlentscheidung reduzieren.
- Das Lizenzierungsmodell aus Kapitel III verwendet das Erlang-Modell zur Berechnung des Bedarfs an Netzwerklicenzen. In großen Anwendergruppen führen auch erhebliche Abweichungen einzelner Anwender zu keinen starken Änderungen der Ergebniswerte, so dass die unterstellten Annahmen bzgl. der Verteilung der Zugriffe und des homogenen Anwenderverhaltens unproblematisch sind. Das Modell reagiert allerdings sehr sensibel auf Gruppen mit wenigen Anwendern, die meist in kleinen und mittelständischen Betrieben vorkommen. Hier könnte durch Simulation die Sensitivität der Erlang-Formeln überprüft werden, um entsprechende Handlungsempfehlungen in Abhängigkeit der Gruppengröße zu geben. Eine weitere interessante Erweiterung wäre die Berücksichtigung mehrerer Applikationen im Portfolio, deren Nutzungsprofil, bspw. aufgrund abhängiger Funktionalität, stark korreliert. Dies führt dazu, dass

sich gegenüber der isolierten Einzelbetrachtung Dienstgüte und Kosten einer einzelnen Softwareapplikation ändern können.

- Das Kapitel IV hat gezeigt, dass die Bewertung von Handlungsflexibilitäten in realwirtschaftlichen Investitionsprojekten wichtig ist, die erzielten Ergebniswerte bei der Anwendung analytischer Bewertungsansätze aber hinterfragt werden müssen. Einschränkende Annahmen, wie sie das Black-Scholes-Modell bspw. für den Basiswert fordert, können durch die Anwendung neuer Modelle für Finanzoptionen, wie bspw. das GARCH-Modell zur Abbildung schwankender Volatilitäten (Müller 2004, S. 184), teilweise fallen gelassen werden. So kann vor allem die Entwicklung des Basiswertes deutlich realitätsnäher dargestellt und berücksichtigt werden, was zu einer größeren Genauigkeit im Ergebnis führt. Desweiteren haben Realoptionen im Gegensatz zu Finanzoptionen das Problem, dass der Basiswert bereits zum Anfangszeitpunkt mit Unsicherheit behaftet ist. Da diese Unsicherheit für den Optionswert sehr relevant, aber in keinsten Weise in den finanzmathematischen Modellen zur Optionspreisbestimmung berücksichtigt ist, schlägt Trigeorgis (1993) hier eine Reihe von Lösungsmöglichkeiten vor, indem bspw. ein Abschlag vom initialen Erwartungswert des Basiswertes vorgenommen wird. Eine Erweiterung des vorgestellten Bewertungsmodells für die Discountoptionen um diesen Ansatz könnte einige berechtigte Kritikpunkte an der Realoptionstheorie - zumindest teilweise - entkräften.
- Kapitel V machte deutlich, dass technologische Komplexität ein wesentlicher Faktor bei einer Virtualisierungsstrategie ist und diesbezüglich berücksichtigt werden muss. Offen bleibt in diesem Beitrag allerdings, in welcher Form diese Komplexität quantitativ erfasst werden kann und wie sich daraus Kostenrisiken ableiten lassen. Beiträge wie der von Flückiger und Rauterberg (1995) gehen auf die Messung von Komplexität ein und zeigen verschiedene Ansätze einer Quantifizierung. Eine sinnvolle Erweiterung könnte auf Basis dessen die Entwicklung einer Metrik zur Transformation der Komplexität einer IT-Infrastruktur in Kostenrisiken sein, die sich mit Hilfe eines Präferenzfunktionalis dann monetär bewerten lassen. Eine offene Forschungsfrage ist ebenfalls die Wahl eines optimalen Preismodells für On-Demand Leistungen bei virtuellen Infrastrukturen. Dies gilt für Outsourcing-Anbieter genauso wie für interne IT-Abteilungen, welche ihre Kosten auf die einzelnen Leistungsbezieher umlegen müssen.

Diese Arbeit hat sich ausgewählten Teilgebieten des IT-Sourcings vertiefend gewidmet. Der rasante technologische Fortschritt und die zunehmende Abhängigkeit von IT-Systemen in einer immer stärker vernetzten Welt eröffnen allerdings stetig neue spannende Fragestellungen, die aus technologischer, ökonomischer und auch ethischer Perspektive eine bedeutsame Relevanz für Wissenschaft und Praxis haben.

Literaturverzeichnis (Kapitel VI)

Flückiger M, Rauterberg M. (1995) Komplexität und Messung von Komplexität.

Kemerer CF (1987) An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models. In: Communications of the ACM 30 (5), S. 461-429

Müller D (2004) Realloptionsmodelle und Investitionscontrolling im Mittelstand. Gabler, Wiesbaden

Trigeorgis L (1993) Real Options and Interactions with Financial Flexibility. Financial Management 22(3):202-224

Zimmermann S, Katzmarzik A, Kundisch D (2008) IT Sourcing Portfolio Management for IT Service Providers - A Risk/Cost Perspective. In: Proceedings of 29th International Conference on Information Systems (ICIS) , Paris, (Frankreich)

***„Die Wissenschaft fängt eigentlich erst da an, interessant zu werden,
wo sie aufhört.“***

Justus von Liebig (1803-1873)

